

**RECUPERACIÓN DEL GAS REFRIGERANTE R-22  
CLOROFLUOROCARBONO, A TRAVÉS DE LA UNIDAD RECUPERADORA  
CPS TR 700 Y EL MÓDULO CRXRM PRO-SET.**

**LUZ MERY CASTRO CLAVIJO**

**DIRECTORA:**

**Ángela Patricia Álvarez**

**Ingeniera Ambiental**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD  
CEAD – ACACIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL  
ACACIAS  
2017**

**RECUPERACIÓN DEL GAS REFRIGERANTE R-22  
CLOROFLUOROCARBONO, A TRAVÉS DE LA UNIDAD RECUPERADORA  
CPS TR 700 Y EL MÓDULO CRXRM PRO-SET.**

**LUZ MERY CASTRO CLAVIJO**

**Trabajo de Grado para optar al título:  
“INGENIERÍA AMBIENTAL”**

**Directora:**

**ANGELA PATRICIA ALVAREZ**

**Ingeniera Ambiental**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD  
CEAD – ACACIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL  
ACACIAS  
2017**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del jurado**

**Acacias, 2017**

## DEDICATORIA

Ha llegado el momento en que se ha acabado un trabajo que ha conllevado mucho tiempo, esfuerzos personales y ajenos, no puedo evitar echar la vista atrás y recordar los pilares en los que me he apoyado y sentirme muy orgullosa de mí, como lo estoy ahora.

Hoy comienza una nueva etapa en mi vida, se cumple lo que durante mucho tiempo soñé y por fin se hace realidad; ser Ingeniera Ambiental. Nunca hay que darse por vencido sin importar lo que pase y los obstáculos que enfrente ay que seguir adelante y luchar por lo que desea; esto no ha sido fácil, aunque a veces parezca que las circunstancias no estén a tu favor nunca dejes de luchar.

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi hijo **Andrés Danilo Rincón Castro**, que sentó en mí las bases de la responsabilidad y los deseos de superación, por acompañarme a mis clases, por los viajes que tuvimos que recorrer. Gracias por ser el detonante de mi felicidad, esfuerzo, de mis ganas de luchar, gracias por poder encontrar el lado dulce y no amargo de la vida, fuiste mi mayor motivación para concluir con éxito este proyecto y así poder luchar para que la vida nos conceda un futuro mejor.

“Trabaja Duro En Silencio Y Deja Que Tu Éxito Haga Todo El Ruido”

## **AGRADECIMIENTOS**

Inicialmente doy las gracias a DIOS por ser mi guía, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles. Por darme la fuerza para mantenerme de pie, la valentía y la sabiduría para culminar este proceso.

Gracias a la Universidad Nacional Abierta Y A Distancia- UNAD por haberme aceptado ser parte de ella y abrirme las puertas para convertirme en una profesional en lo que tanto me apasiona.

Gracias a cada tutor que hizo parte de mi proceso integral de formación y como prueba viviente en la historia; dejo plasmada mi opción de proyecto de grado.

Gracias a mi directora ingeniera Ángela Patricia Álvarez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento.

**LUZ MERY CASTRO CLAVIJO**

Correo: [ingluzmeryc@yahoo.es](mailto:ingluzmeryc@yahoo.es)

# 1 CONTENIDO

1	Contenido.....	1
	Indice de figuras .....	4
	Indice de tablas .....	6
	RESUMEN.....	7
	ABSTRACT .....	8
	INTRODUCCION.....	9
2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	11
3	OBJETIVOS.....	12
3.1	General.....	12
3.2	Específicos .....	12
4	JUSTIFICACIÓN .....	13
5	MARCO conceptual.....	14
5.1	Clorofluorocarbonos (CFC).....	14
5.2	Estructura Y Nomenclatura.....	14
5.3	Características.....	14
6	MARCO TEÓRICO.....	16
6.1	Efectos y consecuencias .....	16
7	MARCO LEGAL .....	17
8	METODOLOGÍA .....	21
8.1	Materiales y métodos.....	21
8.2	Aspectos metodológicos .....	23
8.3	Instrumentos a utilizar para recolectar la información. ....	25
8.4	Area de estudio.....	26
8.5	Fases del trabajo .....	28
8.5.1	Revisión bibliográfica.....	29
8.5.2	Charla y encuesta a los empleados del hotel y técnicos de mantenimiento.....	29

8.5.3	Identificación de equipos de aire acondicionado y tipo de gas refrigerante utilizado.....	30
8.6	Recuperación del gas refrigerante R-22 por medio de la máquina CPS TR 700 y el módulo CRXRM PRO-SET (FILTRO).....	32
8.6.1	Materiales.....	32
8.6.2	Instrucciones de operación.....	33
8.6.3	Almacenamiento.....	39
8.6.4	Entrega al centro de regeneración de gases para la disposición final...	40
8.6.5	Gastos del presupuesto.....	40
9	RESULTADOS.....	41
9.1	Recopilación del arte de Los CFC, sistemas de recuperación existentes, procedimientos del proceso final, normatividad ambiental a nivel mundial, nacional y local.....	41
9.1.1	Cronología de los Clorofluorocarbonos – CFC .....	41
9.1.2	Sistema de recuperaciones existentes. ....	44
9.1.3	Procedimientos del proceso Final del gas R-22.....	47
9.1.4	Análisis de resultados de la recopilación del arte, sistemas de recuperación, procedimientos del proceso final, normatividad ambiental a nivel mundial, nacional y local.....	47
9.2	Análisis y resultados de las encuestas.....	49
9.2.1	Resultados de encuestas .....	49
9.2.2	Análisis de encuestas .....	56
9.3	Capacitación a los habitantes Vereda Cacayal y empleados. ....	56
9.3.1	Capacitación.....	56
9.3.2	Análisis de capacitaciones.....	57
9.4	Almacenamiento, entrega y análisis.....	57
9.4.1	Almacenamiento y entrega. ....	57
9.4.2	Análisis de almacenamiento y entrega del gas R-22. ....	58
9.5	DOFA y análisis estratégico unidad recuperadora CPS TR 700 y el módulo CRXRM PRO-SET. ....	59
9.5.1	Análisis DOFA. ....	60

9.6	Inversión del proyecto y Análisis.....	60
9.6.1	Inversión del proyecto .....	60
9.6.2	Análisis.....	61
9.7	Manual de prácticas.....	61
9.7.1	Análisis.....	61
10	CONCLUSIONES .....	63
11	RECOMENDACIONES .....	64
12	GLOSARIO .....	65
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>67</b>
13	ANEXOS.....	69
13.1	Manual de prácticas.....	69



## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
• <b>Figura 1:</b> CFC Estructura Clorofluorocarbonos (Cl, H, C).....	14
• <b>Figura 2:</b> Máquina Recuperadora de Refrigerante: CPS TR700.....	21
• <b>Figura 3:</b> Reciclado de paso simple.....	21
• <b>Figura 4:</b> Vista al interior de la unidad recuperadora del refrigerante.....	22
• <b>Figura 5:</b> Modulo CRXRM PRO-SET (Filtro).....	22
• <b>Figura 6 :</b> Caracterización de participantes.....	24
• <b>Figura 7:</b> Habitaciones.....	26
• <b>Figura 8:</b> Ubicación geográfica del Hotel Campestre Casa Verde, Vereda Cacayal En el Municipio Castilla La Nueva.....	27
• <b>Figura 9:</b> Flujograma- fases del proyecto.....	28
• <b>Figura 10:</b> Materiales.....	32
• <b>Figura 11:</b> Cierre de válvulas.....	33
• <b>Figura 12:</b> Conexión y abrir las válvulas.....	34
• <b>Figura 13:</b> Conexión de la manguera al tanque.....	34
• <b>Figura 14:</b> Manómetros de succión.....	35
• <b>Figura 15:</b> Cierre De válvulas.....	36
• <b>Figura 16:</b> Desconexion.....	37
• <b>Figura 17:</b> Desconexión y recolección de aceite.....	38
• <b>Figura 18:</b> Tanque Recuperado de refrigerante CRX400T.....	39
• <b>Figura 19:</b> Capa de Ozono.....	43
• <b>Figura 20:</b> Fri3oil System .....	44
• <b>Figura 21:</b> Promax RG6000 Refrigerant Recovery Machine.....	45
• <b>Figura 22:</b> Appion G5TWIN Refrigerant Recovery.....	46
• <b>Figura 23:</b> Procedimiento Final del R-22.....	47
• <b>Figura 24:</b> .....	50
• <b>Figura 25:</b> .....	50

- **Figura 26:**.....51
- **Figura 27:**.....51
- **Figura 28:**.....52
- **Figura 29:**.....53
- **Figura 30:**.....53
- **Figura 31:**.....54
- **Figura 32:**.....55
- **Figura 33:**.....55
- **Figura 34:** Capacitación.....56
- **Figura 35:** Peso inicial-final.....57

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
• <b>Tabla 1:</b> Propiedades Termo físicas del R-22.....	15
• <b>Tabla 2:</b> Unidad recuperadora de refrigerante.....	22
• <b>Tabla 3:</b> Encuesta de 10 preguntas realizadas en la zona de la problemática hallada.....	25
• <b>Tabla 4:</b> Aire acondicionado SPLIT (LG).....	30
• <b>Tabla 5:</b> Presiones en PSIG.....	39
• <b>Tabla 6:</b> Resultados de encuesta.....	49
• <b>Tabla 7:</b> Materiales y suministro (En miles de \$).....	60
• <b>Tabla 8:</b> Servicios Técnicos (En miles de \$).....	61

## RESUMEN

Se realiza una revisión bibliográfica de la unidad recuperadora de refrigerante y el modulo, se adquiere una serie de conceptos sobre los efectos y consecuencias del GAS R-22 que normalmente es vertido a la atmósfera, tiene como propósito presentar los efectos negativos debido a las malas prácticas, ya que sus efectos son de gran proporción, posee una capacidad de supervivencia en la atmosfera de 50 a 100 años, al transcurrir el tiempo llegan a la estratosfera donde se inicia el daño en la capa de ozono. Se hace la recuperación del gas anteriormente mencionado con la unidad recuperadora de refrigerante: CPS TR 700 y el Módulo CRXRM PRO-SET (Filtro), en el hotel Campestre Casa Verde, ubicado en la Vereda Cacayal en el Municipio Castilla la Nueva. Se pretende dar a conocer la importancia de este producto, los factores ambientales positivos, concientizar por medio de charlas sobre los efectos que producen a largo plazo, para que los técnicos de la región, departamental y nivel nacional lo pongan en funcionamiento; ya que es una alternativa muy sencilla, fácil y económica con grandes beneficios, además contribuye con el mejoramiento del medioambiente; es un elemento esencial para el desarrollo sostenible, el cual permita mejorar la calidad de vida sin comprometer los recursos de las futuras generaciones.

**Palabras Claves:** Guía, reducción de la capa de ozono, sensibilización ambiental.

## ABSTRACT

A bibliographic review of the refrigerant recovery unit and the module is carried out, a series of concepts are acquired on the effects and consequences of the GAS R-22 that is normally discharged to the atmosphere. Its purpose is to present the negative effects due to the bad ones practices, since its effects are of great proportion, it has a survival capacity in the atmosphere of 50 to 100 years, as time passes, they reach the stratosphere where the damage begins in the ozone layer. The aforementioned gas recovery is done with the refrigerant recovery unit: CPS TR 700 and the CRXRM PRO-SET Module (Filter), in the Hotel Campestre Casa Verde, located in the Vereda Cacayal in the Municipality Castilla la Nueva. It is intended to raise awareness of the importance of this product, positive environmental factors, raise awareness of the effects that produce in the long term, so that technicians of the region, department and national level put it into operation; since it is a very simple, easy and economic alternative with great benefits, besides contributing with the improvement of the environment; is an essential element for sustainable development, which improves the quality of life without compromising the resources of future generations.

**Keywords:** Guides, ozone depletion, environmental awareness.

## INTRODUCCION

El tema de los gases refrigerantes como el R-22 utilizados en los sistemas frigoríficos ha tenido gran importancia; sin embargo en el año 1974 se revela que los clorofluocarbonos liberados en la atmosfera se acumulan en la estratósfera produciendo un efecto perjudicial sobre la capa de ozono debido a la intervención de los rayos ultravioletas.

El cloro es uno de los responsable del adelgazamiento en la capa de ozono (Agujero de ozono), al adelgazarse esta capa, la tierra pierde protección ante la radiación lo cual tiene efectos nocivos para la vida, ocasionando diversas patologías o enfermedades, la afectación en el cambio climático como la derivación en el calentamiento global y generación de lluvias ácidas; son resultados latentes que se generan a diario.

En 1974 Mario Molina Científico mexicano y el estadounidense F. Sherwood Rowland, encontraron que las moléculas tipo CFCs perdurarían décadas en la atmósfera antes de disociarse en la estratósfera, produciendo cloro atómico. Descubrieron que a 30 km de altura empieza un ciclo que remueve de la atmósfera unas cien mil moléculas de ozono por cada átomo de cloro producido por los CFCs y dieron a conocer la hipótesis que los CFC podrían alcanzar la capa de ozono, librandos átomos de Carbono los cuales hacían que el ozono se descompusiera.

El 16 de septiembre del 1987 los gobiernos de todos los países acordaron firmar el protocolo de Montreal; cuyo objetivo es la regulación y reducción de la producción y consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAOs ), este protocolo cuenta con 191 países afiliados y es considerado el acuerdo internacional más exitoso en la historia de la Organización de las Naciones Unidas.

En Colombia se logra evidenciar la falta de inversión en los sistemas de recuperación para gases refrigerantes, la falta de capacitaciones sobre las

consecuencias y efectos causados por estos gases, la falta de regulación y control por los entes territoriales ambientales en nuestro país; ocasionan el desconocimiento entre los técnicos y usuarios de los aires acondicionados y sistemas de refrigeración, generando como resultado la emanación de gases a la atmósfera con un alto contenido de cloro.

Por esta razón; el desarrollo de este proyecto de grado para el programa de ingeniería ambiental; tiene como fin brindar los conocimientos básicos para el buen manejo de los gases refrigerantes por medio de procesos de recuperación, almacenamiento y disposición final de dichas sustancias a través de la maquina recuperadora y un módulo (filtro) y se expone la importancia de las buenas prácticas, minimizando el deterioro en la capa de ozono y la conservación del medio ambiente.

## 2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El mal manejo del gas R-22 produce contaminación a la atmosfera; este contribuye al efecto invernadero, lluvia ácida y el adelgazamiento en la capa de ozono, ya que no se degrada en la troposfera, permanecen inalterados por largo tiempo y se difunden hasta la estratosfera.

Debido a las malas prácticas de los técnicos en refrigeración, que no cuentan con un sistema adecuado para la recuperación, lo hacen con un sistema convencional, el cual consiste en almacenar el gas dentro de la unidad condensadora para desmontar y en muchos casos el equipo se queda en lugares por mucho tiempo y después se venden por chatarra sin tener en cuenta el gas que lleva dentro; este problema necesita ser abordado y solucionado, se debe realizar la recuperación por medio de una Unidad Recuperadora de Refrigerante y un filtro, seguidamente vaciar los equipos, dejarlos libres sin dicho producto. El gas recuperado se debe llevar a un centro de recuperación y regeneración avalados por el Ministerio del Medio Ambiente con certificaciones ambientales vigentes, con el propósito de no generar contaminación.

El proyecto se desarrolla el Hotel Campestre Casa Verde, ubicada en la Vereda Cacayal en el Municipio Castilla la Nueva-Meta (Colombia).



### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 General**

Recuperación del gas R-22, por medio de la maquina recuperadora de refrigerante serie TR 700 y el módulo CRXRM PRO-SET (Filtro), generado en los aires acondicionados del Hotel Casa Verde en el Municipio de Castilla La Nueva.

#### **3.2 Específicos**

- Recopilar el estado del arte de los CFC y los sistemas de recuperación existentes, así como de los procedimientos de disposición final y normatividad, a nivel mundial, nacional y local.
- Recuperar el gas refrigerante por medio de la Unidad TR 700 Y El Módulo CRXRM PRO-SET (Filtro) en el Hotel Campestre Casa Verde, ubicado en la Vereda Cacayal en el Municipio Castilla la Nueva
- Concientizar a los técnicos de refrigerantes sobre la importancia del buen manejo de los gases R22, por medio de la utilización del método en estudio
- Establecer los beneficios del método en estudio, comparando con otros métodos existentes, a través del uso de una matriz DOFA.
- Diseñar un manual de buenas prácticas, para el uso de adecuado de los gases R-22 mediante el método en estudio.

## 4 JUSTIFICACIÓN

Se analiza la problemática obteniendo la información necesaria para comprender la magnitud y consecuencias debido a la liberación de CFC a la atmósfera, contribuyendo a la toma de conciencia para el manejo adecuado de estos gases como es el R-22.

Se ejecuta un proyecto de desarrollo social comunitario en el Hotel Campestre Casa Verde, ubicada en la Vereda Cacayal en el Municipio Castilla la Nueva, la cual busca mejorar la recuperación, almacenamiento y disposición final, evitar la contaminación, contribuir al mejoramiento del medio ambiente, proteger los recursos naturales, evitar la propagación de enfermedades, así mismo beneficiando a la población.

Se pretende que los técnicos en refrigeración de la Región, Municipio, Departamento y a nivel nacional, se motiven y se interesen en dar un buen manejo a la recuperación de este gas, cuando por efectos de reparación o cambios en los equipos que funcionan puedan ser remplazados por nuevas tecnologías, que funcionen con gases ecológicos y consuman menos energía (Tecnología inverte), ya que es una alternativa muy sencilla, fácil y económica con grandes beneficios para el planeta, así mismo aplicar los conocimientos adquiridos durante el programa académico y fortalecer mi experiencia como futura ingeniera ambiental para las competencias exigidas, la provisión de cargos y el desempeño laboral.

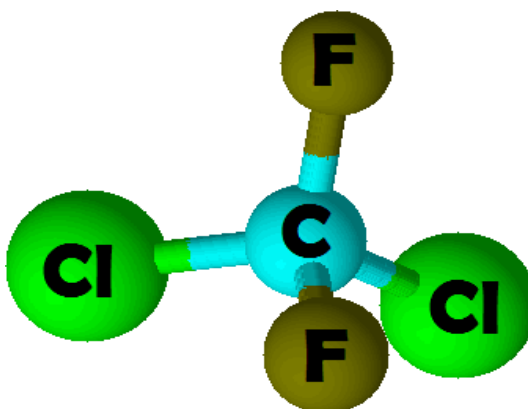
## 5 MARCO CONCEPTUAL

### 5.1 Clorofluorocarbonos (CFC)

Los CFC son una familia de gases que se emplean en múltiples aplicaciones, es un grupo de compuestos químicos que contienen cloro, flúor y carbono denominados clorofluorocarbonos utilizados principalmente en sistemas de refrigeración.

### 5.2 Estructura Y Nomenclatura.

Figura 1: CFC Estructura Clorofluorocarbonos (Cl, H, C)



Autor: Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

### 5.3 Características

- Son compuestos químicos.
- Formados por el carbono, cloro y flúor.
- No son tóxicos.
- Son estables.
- No son inflamables
- Principal problema no tienen sumideros en la troposfera, ya que las moléculas ascienden hasta la capa estratosférica donde la radiación ultravioleta la descomponen y destruyen las moléculas O<sub>3</sub> (Castells.2005).

**Tabla 1.** Propiedades Termo físicas del R-22

<b>NOMBRE COMERCIAL</b>	<b>R-22</b>
Fórmula química	CHF <sub>2</sub> CL
Temperatura crítica, °C	96,1
Peso molecular, kg/kmol	86,5
Capacidad volumétrica, kJ/m <sup>3</sup>	1 244
Punto de ebullición normal, °C	- 40,8
Entalpía de vaporización, a 2 °C, kJ/kg	203,34
Condiciones de evaporación (Cond. Evap.)	t <sub>0</sub> = 2 °C p = 5,3 bar
Presión absoluta en bar, a 2 °C	5,3
Densidad del líquido en (Cond. Evap.), kw/m <sup>3</sup>	1 278,77
Densidad del vapor en (Cond. Evap.), kg/m <sup>3</sup>	22,72
Conductividad térmica del líquido en (Cond. Evap.), W/mK	0,099
Conductividad térmica del vapor en (Cond. Evap.), W/mK	0,0095
Viscosidad del líquido en (Cond. Evap.), kg/ms	2,3*10 <sup>-4</sup>
Viscosidad del vapor en (Cond. Evap.), kg/ms	12*10 <sup>-6</sup>
Capacidad calorífica del líquido a presión cte. en (Cond. Evap.), kJ/kgK	1,17
Capacidad calorífica del vapor a presión cte. en (Cond. Evap.), kJ/kgK	0,73
Condiciones de condensación (Cond. Condens.)	t <sub>0</sub> = 44 °C p <sub>k</sub> = 16,8 bar
Presión absoluta en bar a 44 °C	16,8
Densidad del líquido en (Cond. Condens.), kg/m <sup>3</sup>	1 113,58
Densidad del vapor en (Cond. Condens.), kg/m <sup>3</sup>	72,9
Conductividad térmica del líquido en (Cond. Condens.), W/mK	0,07
Conductividad térmica del vapor en (Cond. Condens.), W/mK	0,012
Viscosidad del líquido en (Cond. Condens.), kg/ms	18*10 <sup>-5</sup>
Viscosidad del vapor en (Cond. Condens.), kg/ms	14,6*10 <sup>-6</sup>
Capac. Calorífica del líquido a presión cte., en (Cond. Condens.), kJ/kgK	1,35
Capac. Calorífica del vapor a presión cte., en (Cond. Condens.), kJ/kgK	0,99
Toxicidad	Baja
Inflamabilidad	Nula
Potencial de destrucción del ozono, ODP	0,55
Potencial de calentamiento global, GWP	1 810

**Fuente:** (Rosillo Corrales, F.J. 2011)

## 6 MARCO TEÓRICO

### 6.1 Efectos y consecuencias

El problema de los CFC es que no se degradan en la troposfera, permanecen inalterados por largo tiempo (Más de 10 años) y se difunden hasta la estratosfera. Cuando llegan a una altura entre los 20 y 50 km se descomponen por una reacción fotoquímica, produciendo cloro atómico, que se combina con el ozono y reduce la capa protectora de la atmósfera contra los rayos ultravioleta provenientes del Sol. Este fenómeno es conocido como "La destrucción de la capa de ozono" o el "Hueco de ozono", en aumento sobre la Antártida. Al destruirse o disminuir la capa de ozono, los rayos ultravioleta pueden pasar hasta la superficie de la Tierra y producir alteraciones en los ecosistemas (Agua, organismos acuáticos, organismos terrestres) y originar irritaciones en los ojos y cáncer a la piel (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

Referente a los CFC que antes eran utilizados como propelentes en los aerosoles y que siguen siendo usados en los sistemas de refrigeración, desfavorecen en la capa de ozono contribuyendo en el adelgazamiento, se piensa que esto causa la aparición estacional de los agujeros de ozono sobre las regiones polares (Ciesla, 1996)

Cada átomo de cloro en la estratosfera puede destruir más de 150.000 moléculas de ozono antes de ser neutralizado por otra reacción química. Esta forma la contaminación es altamente perniciosa porque los CFC ascienden lentamente hacia la estratosfera y pueden tardar de 5 a 8 años en llegar a la capa de ozono (Kramer, 2003)

Después de haber analizado la problemática, que conlleva la emanación del gas R-22 a la atmosfera; trae grandes impactos negativos como el efecto invernadero, lluvia ácida y destrucción de la capa de ozono (Kramer, 2003)

## 7 MARCO LEGAL

Desde el 1 de enero de 2010 está prohibido utilizar los gases refrigerantes R-22 puros para el mantenimiento y recarga de equipos de refrigeración y aire acondicionado, según estipula el Reglamento 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las sustancias que agotan la capa de ozono. Así mismo, desde el 1 de enero de 2015 estará prohibido el uso de HCFC reciclados (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

### LEGISLACIÓN NACIONAL

- **Ley 29 de 1992**

**Objetivo:** Con esta ley se adoptó en nuestro país el Protocolo de Montreal, relativa las sustancias agotadoras de la capa de ozono, suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987 con su enmienda adoptada en Londres -en 1990- y ajuste de Nairobi -en 1991. Esta ley fue aprobada por el Congreso de la República (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

- **Resolución 528 de 1997**

**Objetivo:** Esta resolución prohíbe la producción de refrigeradores, congeladores y combinación de refrigerador - congelador, de uso doméstico, que contengan o requieran para su producción u operación clorofluorocarbonos (CFC), y fija requisitos para la importación de los mismos equipos. Aprobada conjuntamente por el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Comercio Exterior (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

- **Resolución 304 de 2001 y Resolución 734 de 2004**

**Objetivo:** La resolución 304 de 2001 emanada del Ministerio de Ambiente

y el Ministerio de Comercio Exterior, modificada por la Resolución 734 de 2004, establece cupos anuales para las importaciones de CFC, y el mecanismo de control para asignación de los cupos de importación.

**Alcance:** Aplica para las empresas nacionales importadoras de CFC en cualquier presentación (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

- **Decreto 4741 de 2005**

**Objetivo:** Busca prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

### **NORMATIVIDAD RELEVANTE EN COLOMBIA**

- **Constitución Política de Colombia de 1991:** Por medio de la cual se establece el derecho a gozar de un ambiente sano, protección ambiental, derechos fundamentales y los principios de participación ciudadana (Ciesla, 1996) (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)
- **Resolución 528 del 16 de junio de 1997:** Prohíbe la producción de refrigeradores y congeladores de uso domésticos, que contengan CFC's y fija requisitos para la importación de los mismos (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)
- **Resolución 304 de 16 abril del 2001:** Adoptan medidas para la importación de sustancias agotadoras de la capa de ozono (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)
- **Resolución 3704 de junio 22 del 2004:** Modifica la resolución 304 de 16 de abril del 2001 que adopta medidas para la importación de sustancias

agotadoras de la capa de ozono (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

- **Decreto 423 del 21 de febrero del 2005:** Se toman medida para controlar las exportaciones de sustancias agotadoras de la capa de ozono (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

## **NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONALES**

- **ANSI/ASHRAE 34**

**Objetivo:** El American Standard ANSI /ASHRAE 34 publicado en el año 2001y titulado “Designation and Safety Classification of Refrigerants” Es una clasificación que permite asignar de forma clara y con reconocimiento internacional los nombres y grupos de seguridad de todos los refrigerantes usados, según su composición química (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

- **ISO: 7, 10, 22, 32, 68, 220**

**Objetivo:** La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) estableció desde 1975 el sistema para especificar la viscosidad de los aceites industriales mediante un número estándar que se agrega al final del nombre de todos los aceites industriales, incluidos los usados en refrigeración (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

- **ARI 740 , ISO 11650**

**Objetivo:** El Instituto de Refrigeración y Aire Acondicionado (ARI) de los Estados Unidos formuló este estándar para establecer métodos de prueba con el fin de definir y evaluar el funcionamiento de equipos de recuperación y/o reciclaje frente a niveles de pureza o contaminación, capacidad, velocidad y pérdidas por purga para minimizar la emisión a la



atmósfera de refrigerantes de referencia (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

- **Guía Q – ARI**

**Objetivo:** Esta guía de referencia, expedida por el Instituto de Refrigeración y Aire Acondicionado – ARI- de los Estados Unidos, sobre recuperación de contenido y reciclaje apropiado de cilindros de refrigerante ofrece un procedimiento para recuperar el contenido y posterior reciclaje de cilindros (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

- **Guía K – ARI**

**Objetivo:** Esta guía de referencia, expedida por el Instituto de Refrigeración y Aire Acondicionado – ARI- de los Estados Unidos, trata sobre recipientes o contenedores para refrigerantes halogenados no inflamables recuperados y describe buenas prácticas, útiles para quienes suministran, usan, almacenan y transportan este tipo de recipientes. (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

- **Guía N – ARI**

**Objetivo:** Esta guía de referencia, expedida por el Instituto de Refrigeración y Aire Acondicionado (ARI) de los Estados Unidos, asigna colores para los recipientes de refrigerantes. Así mismo, establece definiciones y consideraciones básicas para el desarrollo de la guía de colores y sus criterios de asignación (Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, 2014)

## 8 METODOLOGÍA

### 8.1 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 8.1.1 Máquina recuperadora de refrigerante: CPS TR700.

##### Descripción

Es una máquina especializada en la recuperación de gases refrigerantes de un sistema acondicionado o refrigeración por motivos de mantenimiento o reparación.

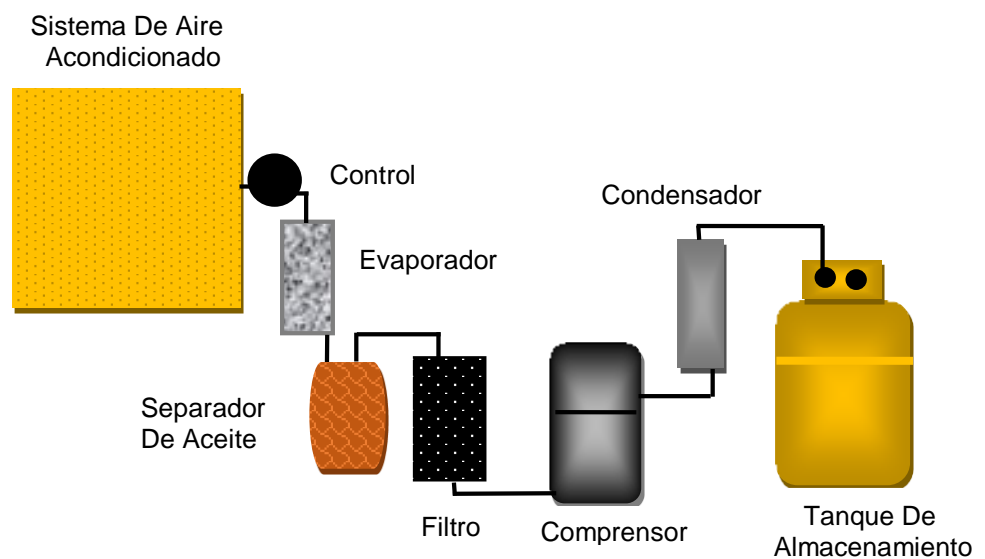
**Figura 2:** Máquina recuperadora de refrigerante: CPS TR700



**Fuente:** T&P Refrigeración

##### 8.1.1.1 Tecnología de reciclaje

**Figura 3:** Reciclado de paso simple.



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

### 8.1.1.2 Presentación

**Tabla 2:** Unidad recuperadora de refrigerante

UNIDAD RECUPERADORA DE REFRIGERANTE		
CÓDIGO	N. PARTE	DESCRIPCIÓN
CPS-CR700	CR700	Recuperadora de gas refrigerante de 1 Hp

**Autor:** Elaboración propia

**Figura 4:** Vista al interior de la unidad recuperadora del refrigerante.



**Fuente:** T&P Refrigeración

### 8.1.1.3 Modulo CRXRM PRO-SET (Filtro)

**Figura 5:** Modulo CRXRM PRO-SET (Filtro)



**Fuente:** T&P Refrigeración

## **8.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **8.2.1 Población**

El proyecto aplicado de desarrollo social comunitario, se tomó como estudio la vereda Cacayal del Municipio Castilla La Nueva en el Departamento del Meta, cuenta con 288 habitantes incluyendo a los empleados de hotel Casa Verde donde se ejecuta el proyecto, viviendas construidas 84 estos datos fueron suministrados por la presidenta de la J.A.C.

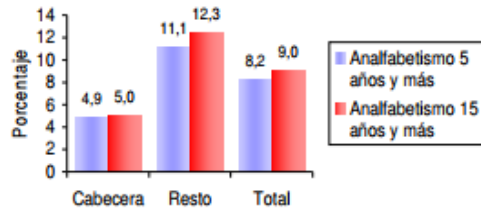
### **8.2.2 Diseño de muestra.**

Este tipo de muestra se hace para la confirmación de la problemática que se presenta con la recuperación, almacenamiento y disposición final del gas R-22. Se formula un cuestionario de 10 preguntas cerradas para aplicar en una muestra aleatoria de 15 personas en la vereda Cacayal en el Municipio de Castilla La Nueva, personal del hotel y técnicos en refrigeración, entre edades de 18 a 60 años.

## 8.2.3 Características demográficas del Municipio.

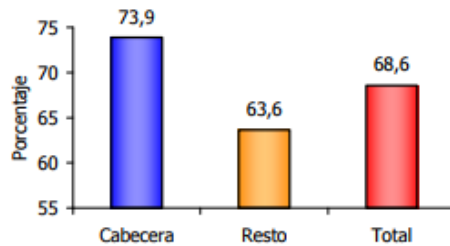
Figura 6: Caracterización de participantes

### Tasa de Analfabetismo, población de 5 años y más y 15 años y más, cabecera resto



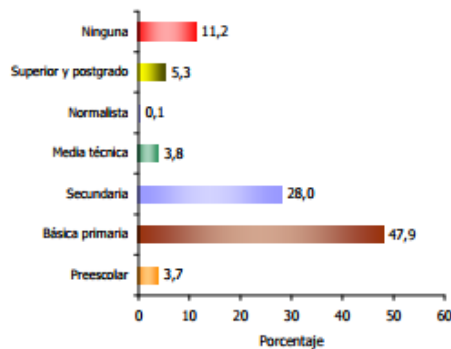
El 8,2% de la población de 5 años y más y el 9,0% de 15 años y más de CASTILLA LA NUEVA no sabe leer y escribir.

### Asistencia escolar, población de 3 a 24 años



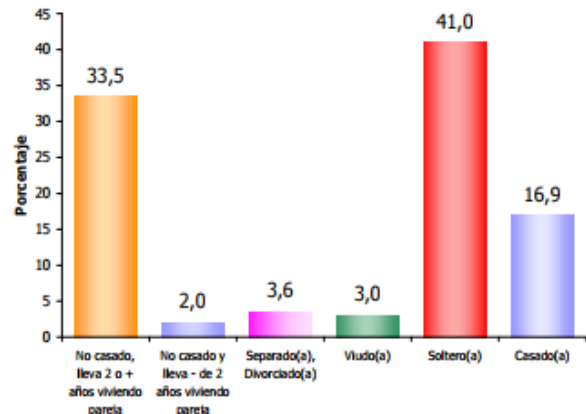
El 73,9% de la población en cabecera de 3 a 24 años asiste a un establecimiento educativo formal.

### Nivel educativo

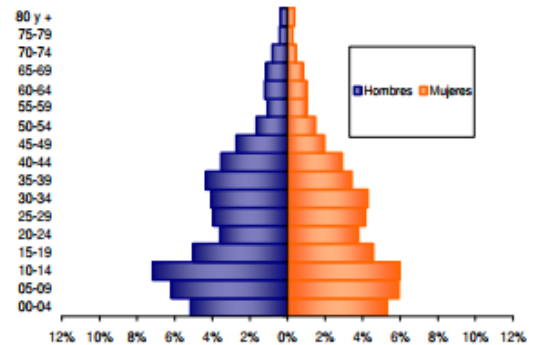


El 47,9% de la población residente en CASTILLA LA NUEVA, ha alcanzado el nivel básica primaria; el 28,0% ha alcanzado secundaria y el 5,3% el nivel superior y postgrado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 11,2%.

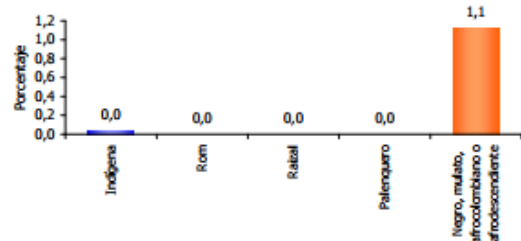
### Estado conyugal 10 años y más



### Estructura de la población por sexo y grupos de edad



### Pertenencia étnica



El 1,1% de la población residente en CASTILLA LA NUEVA se auto reconoce como Negro, mulato, afrocolombiano o afrodescendiente.

Fuente: DANE, 2005.

### 8.3 INSTRUMENTOS A UTILIZAR PARA RECOLECTAR LA INFORMACIÓN.

#### 8.3.1 Encuesta.

La encuesta se define como una investigación realizada de una serie de preguntas que se formula a varias personas para la recolección de datos y detectar la opinión de la población objetivo sobre un asunto determinado, para este caso la encuesta es de preguntas cerradas. La encuesta fue aplicada por la estudiante investigadora del proyecto, posteriormente se toma los datos recolectados para el análisis y se procede a tabular los resultados en Microsoft Excel, después de la tabulación se plasma el uso de graficas demostrando los resultados obtenidos de forma dinámica, sencilla y clara.

**Tabla 3:** Encuesta de 10 preguntas realizadas en la zona de la problemática hallada.

NOMBRE DEL HOTEL: Campestre Casa Verde		TELEFONO:		SECTOR: Rural	
TAMAÑO DEL HOTEL	Micro: ____	Pequeña: <input checked="" type="checkbox"/>	Mediana: ____	Grande: ____	
1.	¿Conoce el gas refrigerante R-22?			Si ____	No ____
2.	¿Conoce algunas características principales que tienen del R-22?			Si ____	No ____
3.	¿Tiene conocimiento del manejo adecuado que se le debe dar?			Si ____	No ____
4.	¿Sabes que R-22 daña la capa de ozono?			Si ____	No ____
5.	¿Conoce la función que cumple la capa de ozono en nuestro planeta?			Si ____	No ____
6.	¿Conoce alguna ley que regule la utilización de estos gases?			Si ____	No ____
7.	¿Conoce algún sustituto del R-22?			Si ____	No ____
8.	¿Conoce la unidad Recuperadora Refrigerante: CPS TR 700 y el módulo CRXM PRO SET. (Filtro)?			Si ____	No ____
9.	¿Sabes si algún técnico en refrigeración utiliza estos dos equipos anteriormente mencionados para la recuperación de gases?			Si ____	No ____
10.	¿Participaría en charlas de capacitación, sobre la importancia y recuperación del gas R-22?			Si ____	No ____

**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

#### 8.4 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio es en la vereda Cacayal perteneciente al Municipio de Castilla La Nueva en Departamento del Meta- Colombia, se encuentra a 58 km de distancia de la capital Villavicencio, Castilla La Nueva Limita al Norte con Acacias, Oriente San Carlos de Guaroa, al Sur con San Martín y Occidente Guamal.

El hotel Campestre Casa Verde, Ubicado en la Vereda Cacayal en el Municipio Castilla La Nueva tiene una extensión de 3ha. Cuenta con 17 habitaciones disponibles con aire acondicionado y con capacidad de alojamiento sencilla, doble o múltiple; la recepción está abierta las 24 horas, en la puntuación de este alojamiento es uno de los mejores en este Municipio por la calidad y el precio, gracias a la cantidad de equipos la convierte en un ejemplo para los técnicos en refrigeración para la utilización de un sistema novedoso en la recuperación, almacenamiento y disposición final del gas R-22 como el que se ejecuta en este proyecto.

**Figura 7: Habitaciones**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

**Figura 8:** Ubicación geográfica del Hotel Campestre Casa Verde, Vereda Cacayal  
En el Municipio Castilla La Nueva.

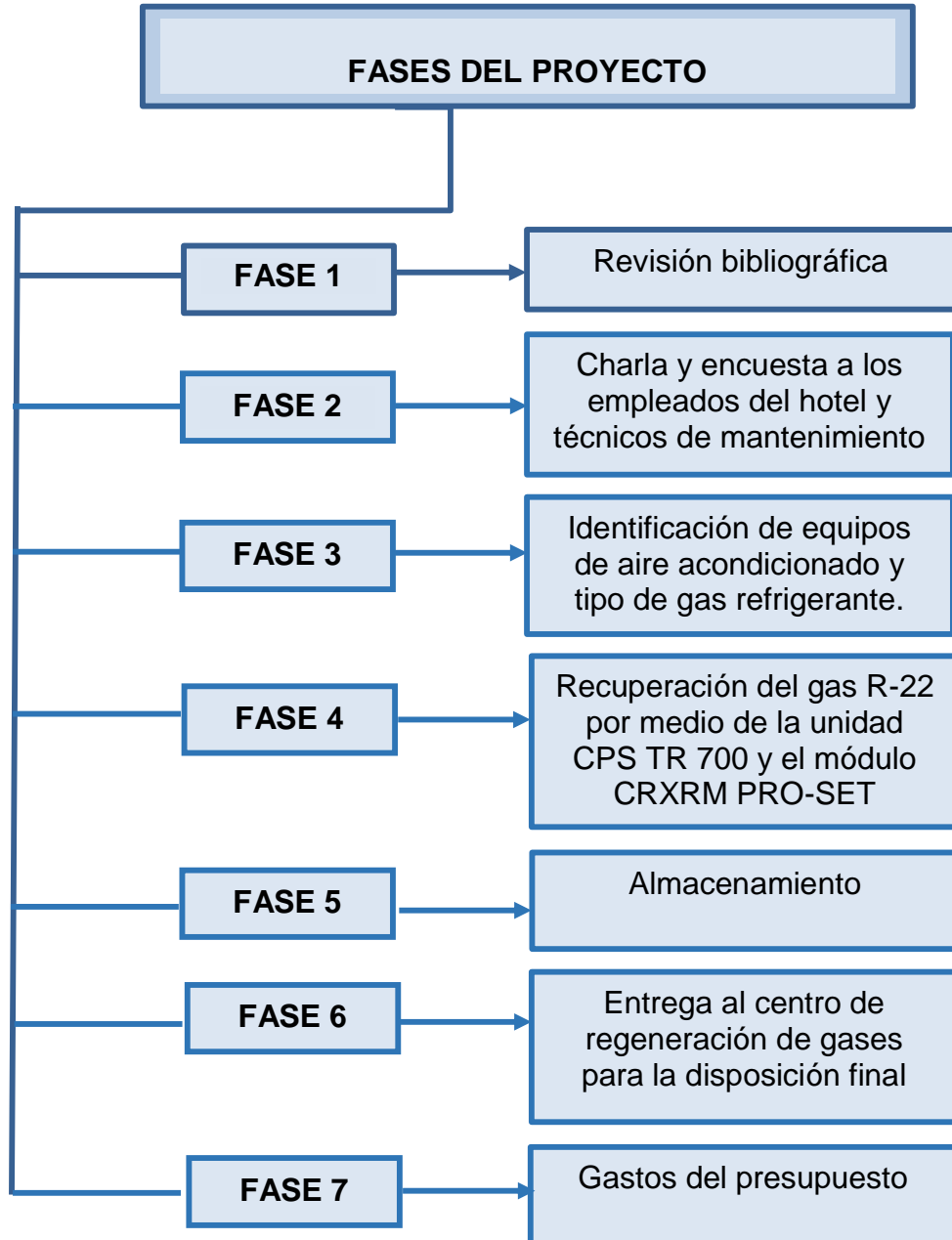


**Fuente:** División Política Castilla La Nueva



## 8.5 FASES DEL TRABAJO

Figura 9: Flujograma - Fases del proyecto



Autor: Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

### **8.5.1 Revisión bibliográfica**

Se realiza una revisión bibliográfica por medio de libros on line y artículos la cual se adquiere una serie de conceptos sobre los efectos y consecuencias del GAS R-22 que normalmente es vertido a la atmósfera teniendo en cuenta los hallazgos de Frank Sherwood Rowland y Mario Molina en 1974 de la influencia de estos productos y por último se hace el trabajo investigativo de la Unidad Recuperadora de Refrigerante: CPS TR 700 y el Módulo CRXRM PRO-SET para realizar la recuperación del dicho gas mencionado en el hotel Campestre Casa Verde en el Municipio de Castilla La Nueva.

### **8.5.2 Charla y encuesta a los empleados del hotel y técnicos de mantenimiento.**

La realización de este proyecto se ejecutó con salidas al campo entre ellas una encuesta para conocer la opinión de la población sobre la temática trabajada con el gas refrigerante R-22 y el sistema de recuperación, se llevó a cabo el día 16 de julio del 2017 con habitantes aledaños y técnicos en refrigeración, total de encuestados 15 personas; además se hace una invitación especial para una reunión con habitantes interesados y empleados del hotel lugar donde se hace la charla correspondiente; teniendo como propósito de compartir información y conocimiento sobre el tema del gas R-22 por medio de una charla y unos folletos entregados a cada uno de las personas presentes; el cual contiene información sobre la importancia en la recuperación, almacenamiento y disposición final, el sistema utilizado en este proyecto, los efectos que conllevan a las malas prácticas, se realiza una breve explicación de las patologías o enfermedades y las afectaciones que se tiene al emanar el gas al aire libre, las consecuencias en la destrucción o reducción de la capa de ozono y sus efectos como el calentamiento global, cambio climático, lluvia ácida, la afectación en la vegetación, flora y fauna marítima; entre otros.

Esta charla tiene como meta lograr crear conciencia sobre la problemática actual que se está presentando, ya que es la única manera de lograr que tengan sentido de pertenencia con el medio ambiente, a la conservación en los recursos naturales, a la vida e integridad de todos los seres vivos, a la incentivación en la implementación de nuevas tecnologías a nivel regional, Departamental y Nacional.

### 8.5.3 Identificación de equipos de aire acondicionado y tipo de gas refrigerante utilizado.

**Tabla 4:** Aire acondicionado SPLIT (LG).

<b>AIRE ACONDICIONADO SPLIT (LG)</b>		
<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>
<b>CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN.</b>	Capacidad de enfriamiento (Btu/h.)	12.000
	Consumo (W)	1.090
<b>EER</b>	EER (Btu/h.w)	11.00
<b>ALIMENTACIÓN</b>	Fase/Voltaje/Frecuencia (ø/V/Hz)	1/220/60
<b>CIRCULACIÓN DE AIRE</b> (Unidad para exteriores)	CMM	8/25
<b>ELIMINACIÓN DE LA HUMEDAD</b>	l/h.(pts./h.)	1.26
<b>NIVEL DE RUIDO</b>	Unidad para interiores (H/M/L/Sleep) (dB(A)±3)	40
	Unidad para exteriores (dB(A)±3)	51
<b>DIMENSIONES</b>	Dimensión Manejadora (W*D*Hmm)	895*166*282
	Dimensión Condensadora (W*D*Hmm)	717*229*498
<b>PESO NETO</b>	Unidad para interiores (kg/lb)	8
	Unidad para exteriores (kg/lb)	33

**Fuente:** LG-2017

## Características

- **Anticorrosión:** Las baterías evaporadora y condensadora del equipo son fabricadas en aluminio para evitar la corrosión y mantener su vida útil.
- **Multi filtro protector 3M:** Contiene una maya de fibra sintética de 0,3mm que filtra el aire que entra a la batería de la evaporadora con el fin de eliminar el polvo y permite que la batería no se tape.
- **Limpieza:** Se debe incluir en el mantenimiento preventivo, el técnico lava las baterías con jabones desinfectantes para evitar las formaciones de hongos o esporas, proporcionando un entorno agradable y cómodo para el usuario.
- **Bajo nivel de ruido:** Las aspas al entrar en contacto con el aire, el ruido máximo es de 25 decibeles
- **Instalación fácil y rápida, con perforación mínima en la pared:** Están diseñados para su fácil y eficiente instalación.
- **Filtro de protección dual (Pre filtro):** Fácil de remover, haciendo sencilla su limpieza así como el interior del aire acondicionado.

## 8.6 RECUPERACIÓN DEL GAS REFRIGERANTE R-22 POR MEDIO DE LA MÁQUINA CPS TR 700 Y EL MÓDULO CRXRM PRO-SET (FILTRO).

### 8.6.1 Materiales

Unidad recuperadora de refrigerante: CPS TR 700, módulo CRXM PRO SET marca CPS (Filtro), tanque recuperado de refrigerante CRX 400T, manómetro de refrigeración, gramera.

Figura 10: Materiales



Autor: Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

## 8.6.2 Instrucciones de operación

1. Cerrar las válvulas de la unidad de recuperación; CRXRM y del tanque.

**Figura 11:** Cierre de válvulas



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

2. Asegurase que la manguera de drenaje de aceite debe retirarse de la conexión para drenar el aceite en la CRXCM.
3. Conectar la CRXCM a la unidad de recuperación. Abrir las válvulas tipo esfera que se en cuentan al final de las dos mangueras.

**Figura 12: Conexión y abrir las válvulas**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

- 4 Conectar la manguera de succión y la descarga a la CRXCM y al tanque de recuperación para terminar el acople con el correcto flujo del refrigerante.

**Figura 13: Conexión de la manguera al tanque**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

- 5 La válvula PUMP DOWN VALVE en la CRXCM y de recuperación debe estar en posición RECOVERY.
- 6 Abrir las válvulas de succión y descarga en la CRXCM. Abrir la válvula de descargar en la unidad de recuperación al mismo tiempo.  
**Nota:** No abrir la válvula de succión de la unidad de recuperación en este momento. Abrir la válvula de vapor del tanque de recuperación.
- 7 Oprimir el switch de arranque de la unidad de recuperación. Ya que la unidad de arranque, abra la válvula de succión de la unidad de recuperación.
- 8 Permitir que la unidad trabaje hasta que los manómetros de succión en las unidades de recuperación y CRXCM se vayan a vacío.

**Figura 14:** Manómetros de succión

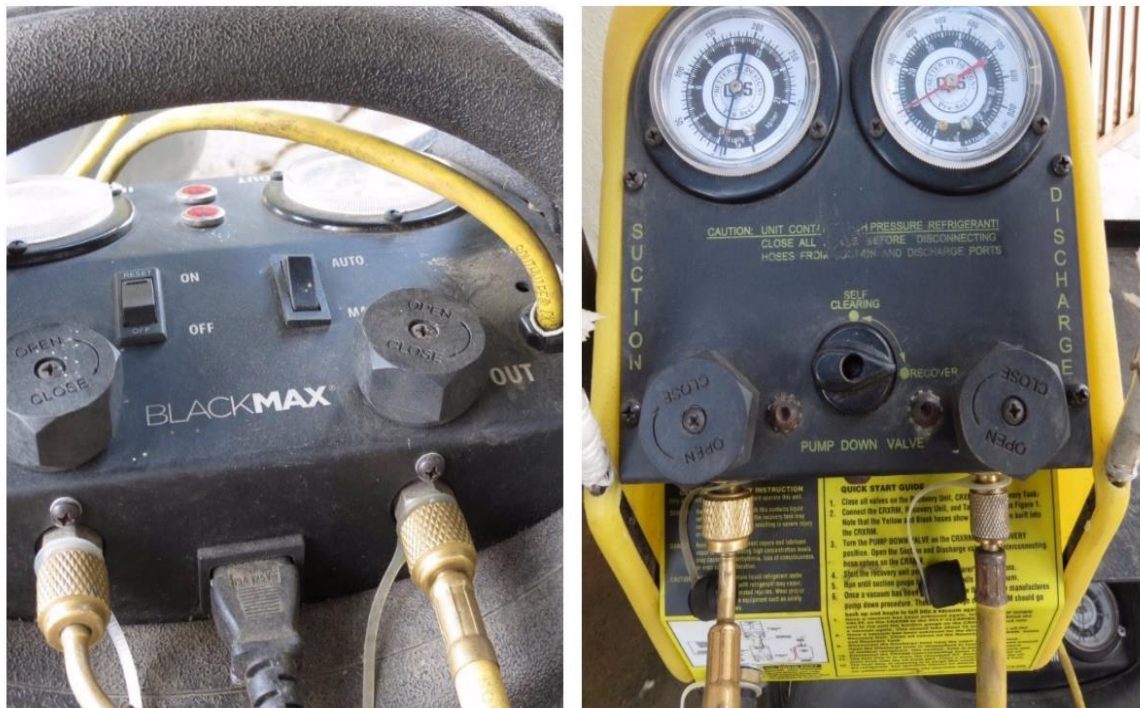


**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.



- 9 Una vez que se ha alcanzado el vacío, de vuelta a la válvula PUPM DOWN VALVE en la unidad de recuperación a la posición de SELF-CLEARING. Permitir que la unidad trabaje hasta que los manómetros de succión en las unidades de recuperación y CRXCM se vayan a vacío. (Tiempo 3 minutos).
- 10 Una vez que se ha alcanzado el vacío, de vuelta a la válvula PUPM DOWN VALVE en la CRXCM a la posición de SELF-CLEARING. Permitir que la unidad trabaje hasta que los manómetros de succión en las unidades de recuperación y reciclado se vayan a vacío. (Tiempo 15 minutos).
- 11 Una vez que se ha alcanzado el vacío, apagar la unidad de recuperación dando vuelta al switch POWER SWITCH a la posición OFF. Cerrar todas las válvulas en la unidad de recuperación y CRXCM y del tanque de recuperación.

**Figura 15:** Cierre De válvulas



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

**12** Desconectar las mangueras de descarga de la válvula de succión del tanque. Abrir la manguera de descarga a la atmosfera para purgar la pequeña cantidad de refrigerante residual.

**Nota:** Cuidado la manguera está a alta presión

**13** Desconectar las mangueras restantes. Recoger las mangueras CRXCM dentro de su compartamiento.

**Figura 16:** Desconexión



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

**14** De vuelta la válvula PUMP DOWN VALVE en ambas unidades de recuperación y CRXCM a la posición de RECOVERY.

**15 DRENAR EL ACEITE RECUPERADO:** Conectar la manguera negra de la unidad CRXCM a la válvula de vapor del tanque. Abrir la válvula de vapor

lentamente hasta que el manómetro de alta presión de la CRXCM lea 20psig. Cerrar la válvula de vapor del tanque, desconectar la manguera negra de la válvula del vapor del tanque.

- 16 Conectar la manguera de drenaje de aceite a la conexión de drenaje en la unidad de reciclado. Esto presionara el gusanillo o válvula interna en este puerto, permitiendo que la presión empuje el aceite colectando.

Colocar un recipiente para el aceite.

El manómetro de alta presión en la unidad de reciclado debe caer a 20 psig. a 0. Una vez hecho esto, remover la manguera de drenaje de aceite a la conexión.

**Figura 17:** Desconexión y recolección de aceite.



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

- 17 El último paso del reciclado es la purga de los gases no condensables del gas refrigerante. Utilizando la tabla de presión temperatura de los fabricantes de refrigerante, cheque el tanque de recuperación por la presencia de aire.

Cheque la temperatura actual que contenga aire. Si esto ocurriera, abra lentamente, a válvula de vapor del tanque para purgar el aire. Mantenga la válvula abierta hasta que la presión este en el rango de 10 psig. de la presión normal de acuerdo a la tabla de presión de temperatura.

**Tabla 5:** Presiones en PSIG

Temp. F	R-22	Temp. F	R-22	Temp. F	R-22	Temp. F	R-22	Temp. F	R-22
32.0°	57.5	34.0°	60.1	36.0°	62.8	38.0°	65.6	40.0°	68.5
42.0°	71.5	44.0°	74.5	46.0°	77.6	48.0°	80.7	50.0°	84.0
52.0°	87.3	54.0°	90.8	56.0°	94.3	58.0°	97.9	60.0°	101.6
62.0°	105.4	64.0°	109.3	66.0°	113.2	68.0°	117.3	70.0°	121.4
72.0°	125.7	74.0°	130.0	76.0°	134.5	78.0°	139.0	80.0°	143.6
82.0°	148.4	84.0°	153.2	86.0°	158.2	88.0°	163.2	90.0°	168.4
92.0°	173.7	94.0°	179.1	96.0°	184.6	98.0°	190.2	100.0°	195.9
102.0°	201.8	104.0°	207.7	106.0°	213.8	108.0°	220.0	110.0°	226.4
112.0°	232.8	114.0°	239.4	116.0°	246.1	118.0°	252.9	120.0°	259.9

**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

### 8.6.3 Almacenamiento

**Figura 18:** Tanque Recuperado de refrigerante CRX400T



**Autor:** T&P Refrigeración

Antes de iniciar la recuperación del gas R-22 se realiza el peso del cilindro ya que contiene gas reciclado de otras recuperaciones que se han realizado, y así

conocer el peso final de cuantos kilos de gas se recupera en los 5 sistemas de aire acondicionado de las 5 habitaciones del hotel Campaste Casa Verde.

#### **8.6.4 Entrega al centro de regeneración de gases para la disposición final**

Actualmente en Colombia cuenta con 18 centros de acopio y 5 centros de regeneración, funciona dependiendo de los permisos ambientales requerido para cada centro; por consiguiente el servicio está sujeto al licenciamiento ambiental.

#### **8.6.5 Gastos del presupuesto**

La inversión para este proyecto fueron aportados por el propietario del hotel campestre casa verde y la estudiante del programa de ingeniería ambiental Luz Mery Castro Clavijo.

## 9 RESULTADOS

### 9.1 Recopilación del arte de Los CFC, sistemas de recuperación existentes, procedimientos del proceso final, normatividad ambiental a nivel mundial, nacional y local.

#### 9.1.1 Cronología de los Clorofluorocarbonos – CFC

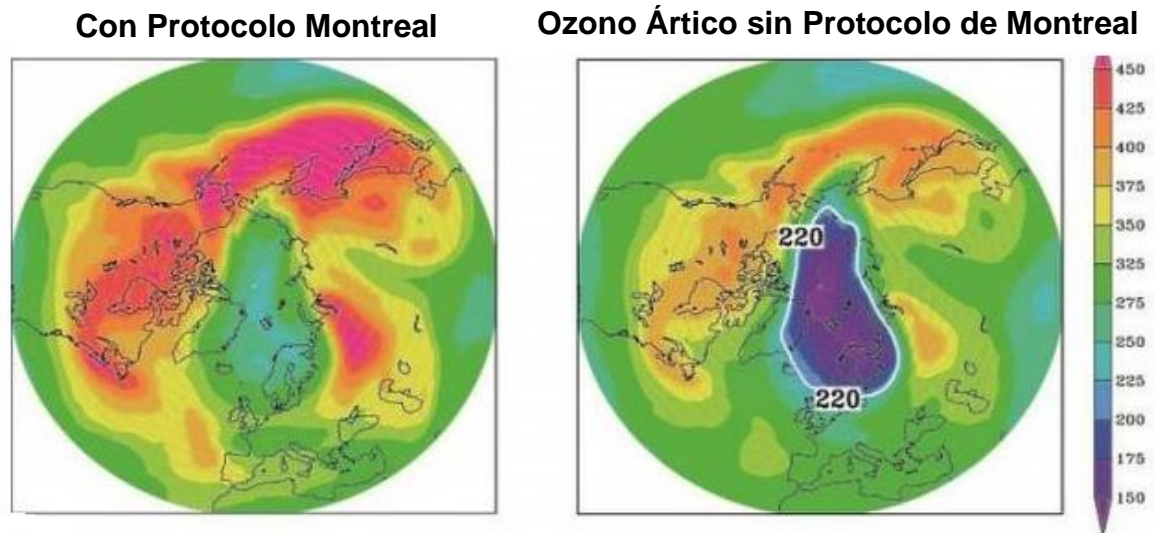
- **1928 Thomas Midgley:** Descubre que los aerosoles contienen un peligroso ingrediente que se conoce como los clorofluorocarbonos siendo una de las mayores amenazas, ya que contiene compuestos químicos como el carbono, flúor y cloro.
- **1970 James Lovelock:** Este científico fue el primero en investigar a los clorofluorocarbonos en la atmósfera ya que al inicio se consideraban inofensivos y pocos activos para reaccionar.
- **1973 James Lovelock:** Publica los hallazgos donde descubre que los clorofluorocarbonos estaban flotando y estos se acumulaban en la estratósfera.
- **1974 Mario José Molina Henríquez:** El 28 de junio hace su publicación descubre el agujero en la capa de ozono y el peligro que presenta los CFC empleados en aerosoles industriales y domésticos, su hallazgo es muy importante ya que descubrió un problema global que amenazaba a la humanidad.
- **1980:** Los científicos reportan hueco en la capa de ozono.
- **1984:** Nuevamente se genera una alarma, ya que en la Antártida investigadores británicos descubren lo que sea conocido como el agujero de ozono.

- **1985:** Científicos del Reino Unido se alarman al descubrir que la capa de ozono estaba disminuyendo drásticamente, razón por la cual aumentarían los casos de cataratas, melanomas, afectación en el sistema inmunitario; entre otros.
- **1985:** 28 países aprueban y firman el convenio de Viena sobre la protección de la capa de ozono.
- **1987:** El 16 de septiembre firmaron el Protocolo de Montreal (Canadá) con 24 naciones; desde entonces 173 más se han unido, este tratado ha sido considerado como el más exitoso en la historia de las naciones unidas.
- **1993:** Se observa la mayor concentración de clorofluorocarbonos en la atmosfera.
- **1995:** El 31 de diciembre en Estados Unidos prohíbe la producción del R-22 ya que destruyen la capa de ozono.
- **2010:** A partir del 1 de enero se prohíbe la utilización del gas R-22 puro en instalaciones, revisiones, recargas y mantenimientos.
- **2014:** Hasta el 31 de diciembre se permite la utilización de este gas recuperado de los equipos del mismo titular o regenerados.
- **2015:** Científicos señalaron que el agujero tuvo una reducción de 4'000.000 km<sup>2</sup>, marcó un record en su tamaño sobre la Antártida gracias a la eliminación gradual que se le ha dado a las sustancias químicas que la destruyen como los clorofluorocarbonos.
- **2015:** Se prohíbe la manipulación de cualquier gas de este tipo, los equipos podrán seguir operando mientras que no sea necesario recargar el gas.

### 9.1.1.1 Simulación por ordenador

#### 9.1.1.1.1 Capa de ozono por ordenador

Figura 19: Capa de Ozono



Fuente: Chipperfield et al.

La simulación por un ordenador muestra los siguientes resultados:

- **Lado derecho:** Muestra la apariencia que hubiera tenido la capa de ozono sin el tratado Montreal.
- **Lado izquierdo:** Muestra la apariencia gracias a las medidas con el protocolo Montreal, esta simulación se realiza el 26 de marzo del 2011.

#### Expectativa

- Se tienen la expectativa que para el año 2040 la capa de ozono regrese al estado que tenía las altitudes medias antes del año 1980, ya que en las ultimas 3 décadas se ha reducido en un 80% la producción de gases que generan el agotamiento.

#### Escenario

- Ban Ki-Moon (ONU) manifiesta que se ha logrado prevenir el cáncer de piel



en 2 millones de personas y el aumento de cataratas por año.

- La eliminación de estos gases causantes del agotamiento en la capa de ozono han contribuido que no se aumente el efecto invernadero, provocador del calentamiento global.

### 9.1.2 Sistema de recuperaciones existentes.

Los únicos sistemas de recuperación son las máquinas recuperadoras, a continuación presento algunos ejemplos de sistemas de recuperación para el gas R-22.

- **Fri3oil System**

Este sistema de recuperación de gases refrigerantes es amigable con el medio ambiente y muy aceptable para la limpieza de circuitos frigoríficos, refrigeración y aire acondicionado, su característica principal es el único sistema automático de limpieza de circuitos frigoríficos 100% eficaz.

**Figura 20:** Fri3oil System



**Autor:** RefriApp

- **Promax RG6000 Refrigerant Recovery Machine**

Este sistema está diseñado para ahorrar tiempo en cada trabajo, proporciona las mejores velocidades de recuperación en cualquier condición, fácil de usar, es liviana, máquina portátil, fácil de cargar, tiene un diseño nuevo en el cilindro proporcionando un mayor rendimiento en líquido refrigerante y vapor.

**Figura 21:** Promax RG6000 Refrigerant Recovery Machine



**Autor:** Interworld Highway, LLC dba TEquipment

- **Appion G5TWIN Refrigerant Recovery**

Sistema de recuperación líder en la industria, tiene un peso de 24 libras lo que la hace la maquina más pequeña y liviana, capaz de manejar las duras demandas de la recuperación de refrigerante industrial y comercial, dentro de sus características principales tiene cilindros y condensadores gemelos para una recuperación ultrarrápida, bombea líquido y a vapor.

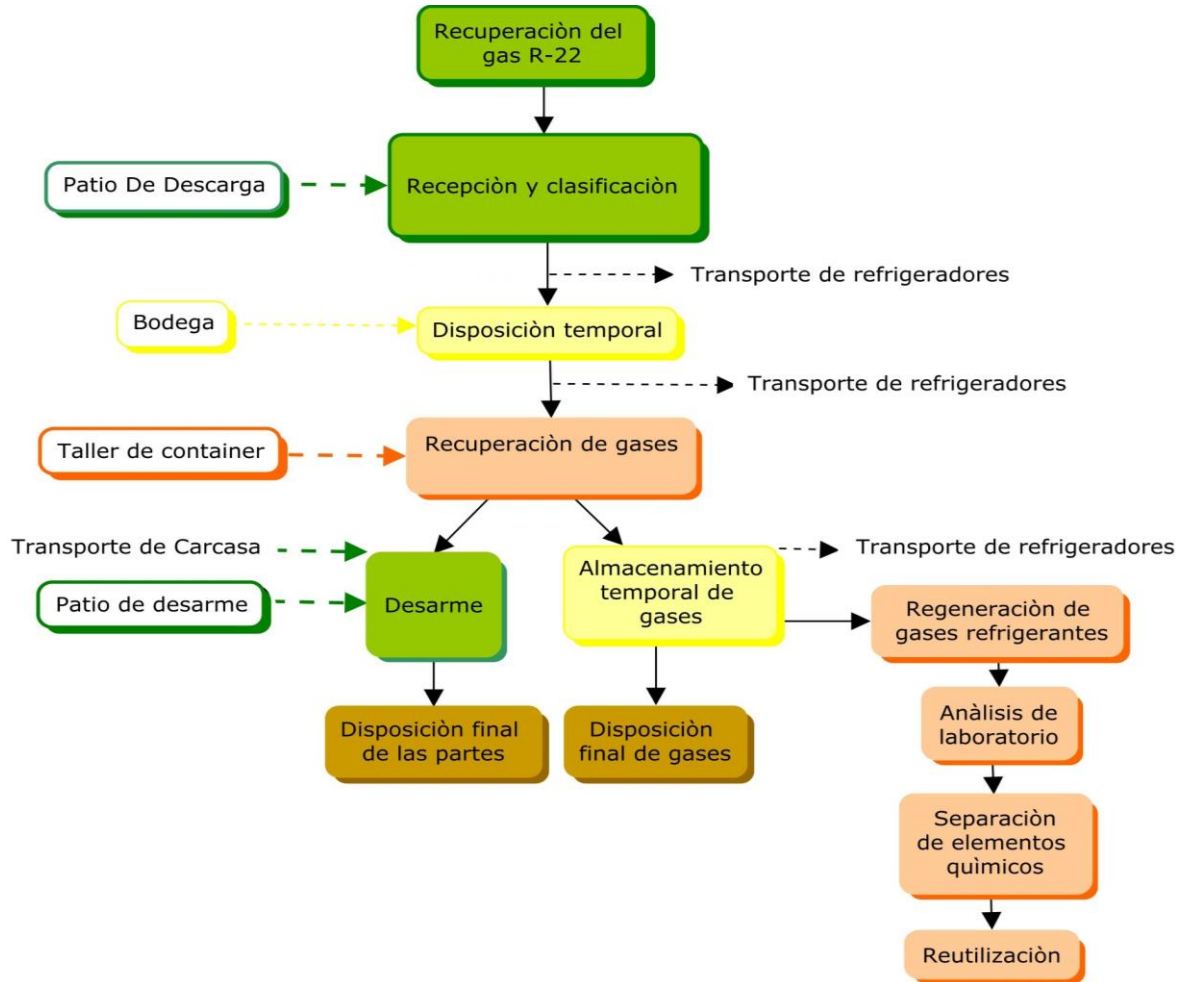
**Figura 22:** Appion G5TWIN Refrigerant Recovery



**Autor:** Gemaire

### 9.1.3 Procedimientos del proceso Final del gas R-22.

Figura 23: Procedimiento Final del R-22



Autor: Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

### 9.1.4 Análisis de resultados de la recopilación del arte, sistemas de recuperación, procedimientos del proceso final, normatividad ambiental a nivel mundial, nacional y local.

A lo largo de la trayectoria de los años el tema de los clorofluorocarbonos ha tenido gran importancia, grandes investigadores han concluido que tienen efectos negativos sobre la capa de ozono produciendo el adelgazamiento. En cuanto a los

sistemas de recuperación de gases refrigerantes R-22 las máquinas son las únicas en el mercado; su diferencia está en el fabricante, modelo, capacidad, algunas son portátiles y otras estacionarias.

Se realiza el levantamiento de la normatividad esta se encuentra en el marco legal, donde se ha podido evidenciar que ha tenido efectividad en la producción y utilización, muchos países y como el nuestro han creado leyes, decretos y resoluciones con el fin de proteger y mitigar los efectos negativos que tiene ese producto, el decreto más relevante en Colombia es el 423 del 21 de febrero del 2005 donde se toma las medidas para controlar las exportaciones de sustancias agotadoras, así mismo a la producción de refrigeradores y congeladores domésticos que contengan CFC por medio de la resolución 528 del 16 de junio del 1997; la importancia a nivel internacional se da en el reglamento 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las sustancias que agotan la capa de ozono donde se estipula que a partir del 1 de enero del 2010 queda prohibido la utilización de gases refrigerantes como el mencionado en este proyecto para el mantenimiento y carga en equipos de refrigeración, sistemas frigoríficos y aire acondicionado. Gracias a la prohibición que se da a partir del 1 de enero del 2010 sobre la utilización del gas R-22 puro o virgen, se han creado centros de regeneración de gases refrigerantes ya que es una de las maneras más efectivas para disminuir las emisiones a la atmosfera, así mismo se ha creado sustitos como el R-422<sup>a</sup>; R-417a; R-Mo99; R-407c y el R-410<sup>a</sup> este gas gracias a su elevada capacidad de enfriamiento puede resultar superior en un 50% a comparación del R-22, por otro lado; se han creado sistemas de última generación (Inverter) en todas las marcas donde se utilice gases refrigerantes llamados ecológicos con especificaciones técnicas de alto rendimiento, que sustituyen la necesidad frigorífica en sistemas de refrigeración y aires acondicionados.

## 9.2 Análisis y resultados de las encuestas

### 9.2.1 Resultados de encuestas

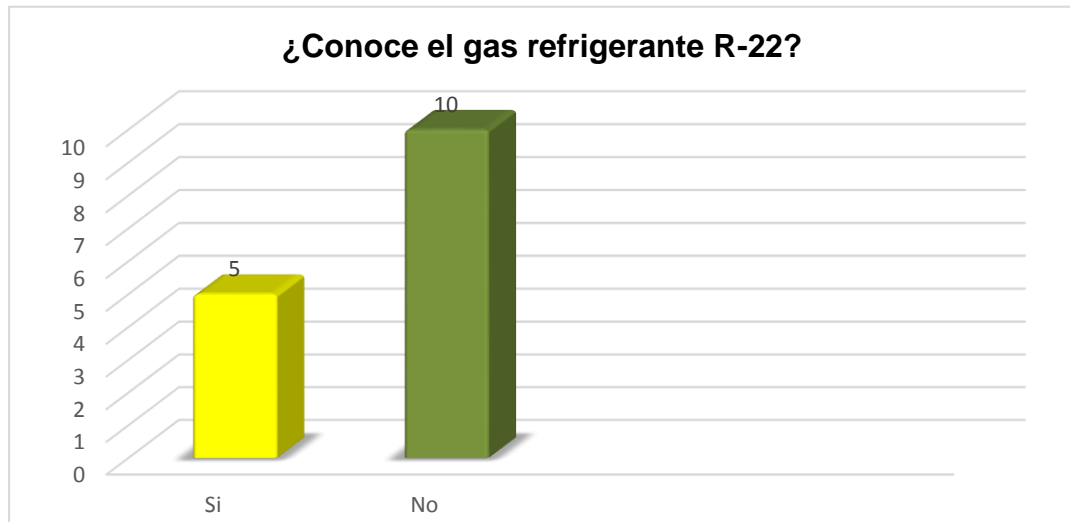
**Tabla 6:** Resultados de encuesta

ITEM	PREGUNTA	RESPUESTA	CANTIDAD
1	¿Conoce el gas refrigerante R-22?	Si	5
		No	10
2	¿Conoce algunas características principales que tienen del R-22?	Si	5
		No	10
3	¿Tiene conocimiento del manejo adecuado que se le debe dar?	Si	3
		No	12
4	¿Sabes que R-22 daña la capa de ozono?	Si	4
		No	11
5	¿Conoce la función que cumple la capa de ozono en nuestro planeta?	Si	12
		No	5
6	¿Conoce alguna ley que regule la utilización de estos gases?	Si	2
		No	13
7	¿Conoce algún sustituto del R-22?	Si	1
		No	14
8	¿Conoce la unidad Recuperadora Refrigerante: CPS TR 700 y el módulo CRXM PRO SET?	Si	0
		No	15
9	¿Sabes si algún técnico en refrigeración utiliza estos dos equipos anteriormente mencionados para la recuperación de gases?	Si	0
		No	15
10	¿Participaría en charlas de capacitación, sobre la importancia y recuperación del gas R-22?	Si	15
		No	0

**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

- **Pregunta 1:** Se interroga si conocían el gas refrigerante el 33% de los encuestados si conocen el gas R-22 y el resto de encuestados que es el 67% no lo conocen que es el equivalente a 10 personas, es importante conocer este gas para conocer las aplicaciones y efectos que puede ocasionar a la salud y al medio ambiente.

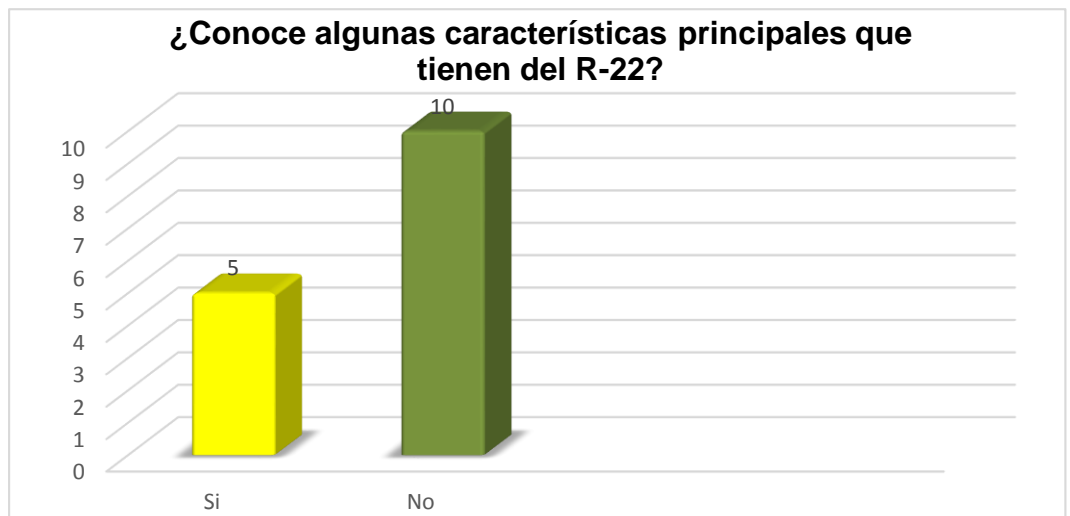
**Figura 24**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

- **Pregunta 2:** En base de los resultados obtenidos en esta pregunta solo 5 personas si conocen las características, su importancia es indispensable para conocer la densidad, temperatura, volumen definido, el nivel de expansión que poseen, presión; entre otros.

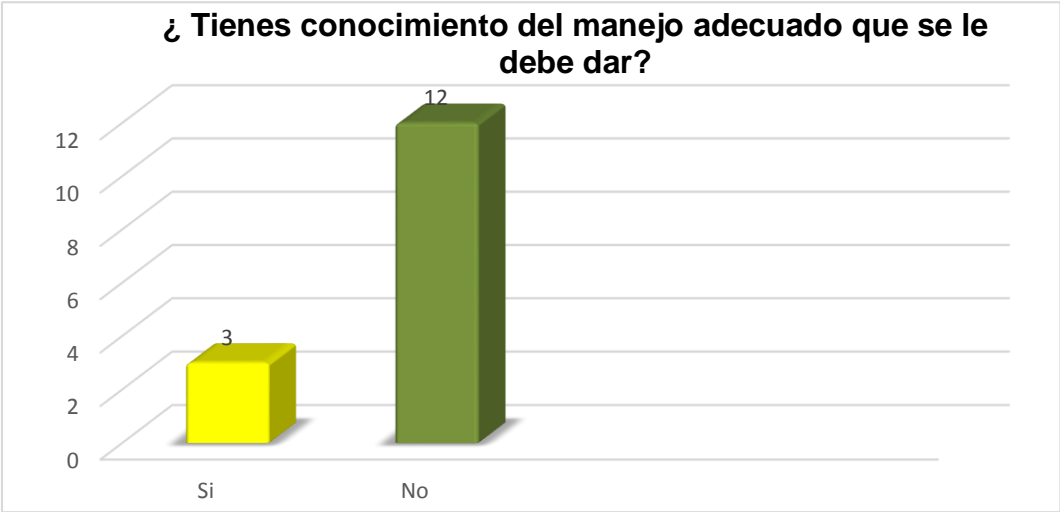
**Figura 25**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

**Pregunta 3:** La gran mayoría de las personas encuestadas no tiene conocimiento sobre el manejo adecuado que se le debe dar, su importancia radica en la disminución de los efectos y consecuencias en el medio ambiente y en la salud a las personas.

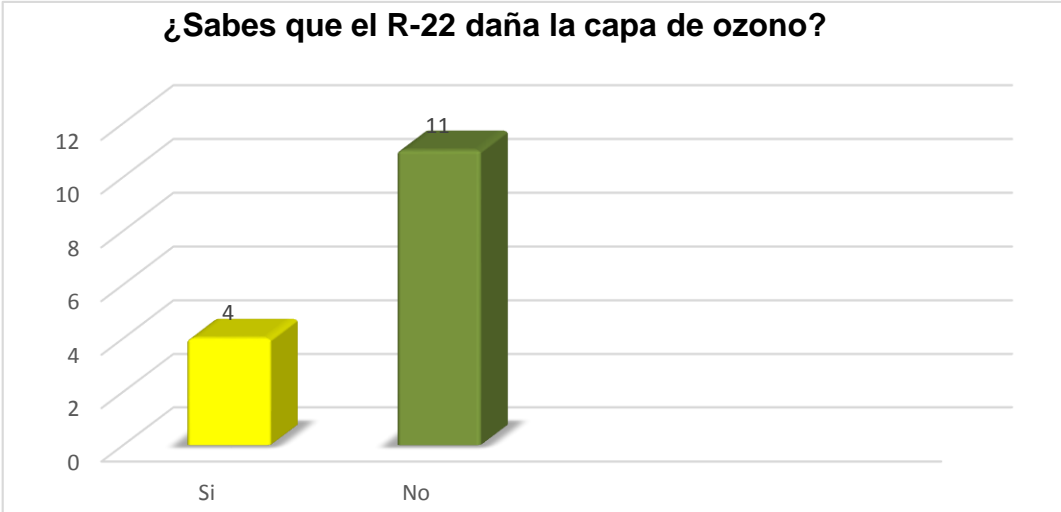
**Figura 26**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

**Pregunta 4:** El resultado obtenido tan solo 4 personas saben que el gas R-22 daña la capa de ozono, este daño tienen la afectación en la salud humana, ecosistemas acuáticos, terrestres y en la contaminación al aire.

**Figura 27**

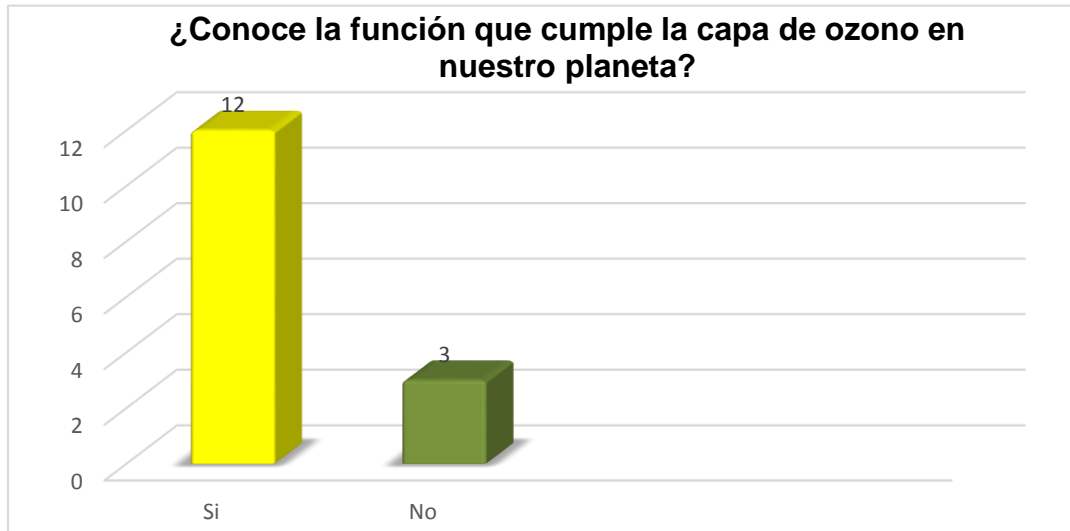


**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.



- **Pregunta 5:** Es muy favorable el resultado en esta pregunta; ya que 12 personas de las 15 encuestadas si conocen la función de la capa ozono, que es la de proteger a la tierra de la radiación ultravioleta, sin ella los rayos penetrarían sin ningún impedimento afectado la piel y la vida.

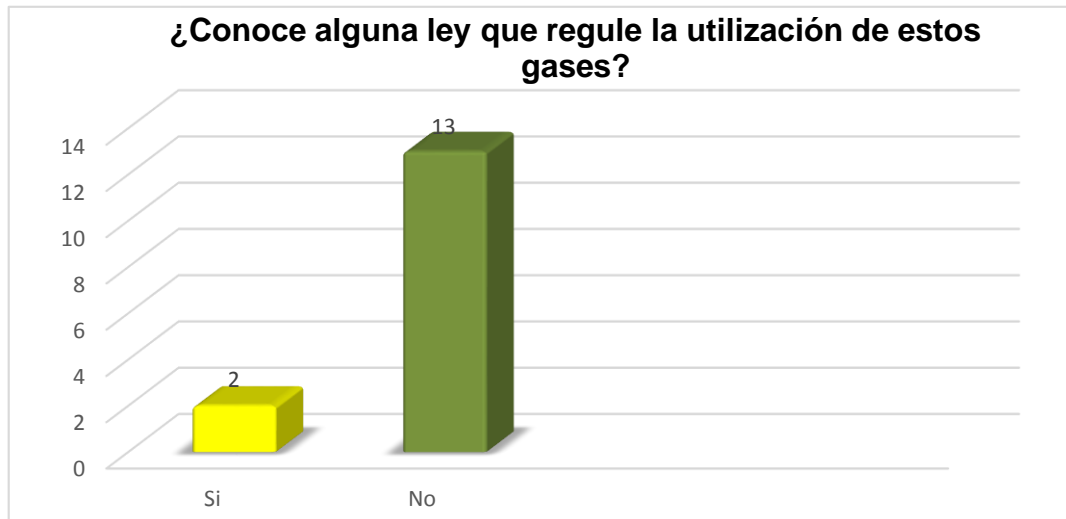
**Figura 28**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

- **Pregunta 6:** De los 15 encuestados, 13 personas no conocen alguna ley que regula la utilización de gases, es muy importante las normatividades; ya que regulan y controlan el uso de estos elementos; con el fin de garantizar el cuidado del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

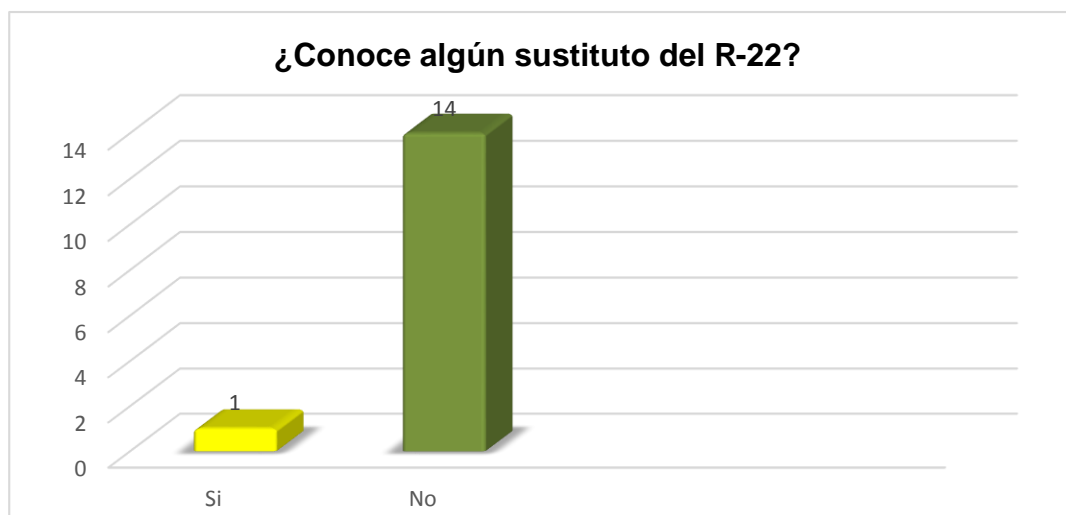
**Figura 29**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

- **Pregunta 7:** Tan solo 1 persona conoce el sustituto del gas R-22, para esta pregunta la mejor opción que ha llegado al mercado el ISCEON™ MO99, este refrigerante es el más versátil para reacondicionamientos del R-22, presentando características semejantes y en cuanto al tema ambiental es mejor; ya que no degrada en la capa de ozono.

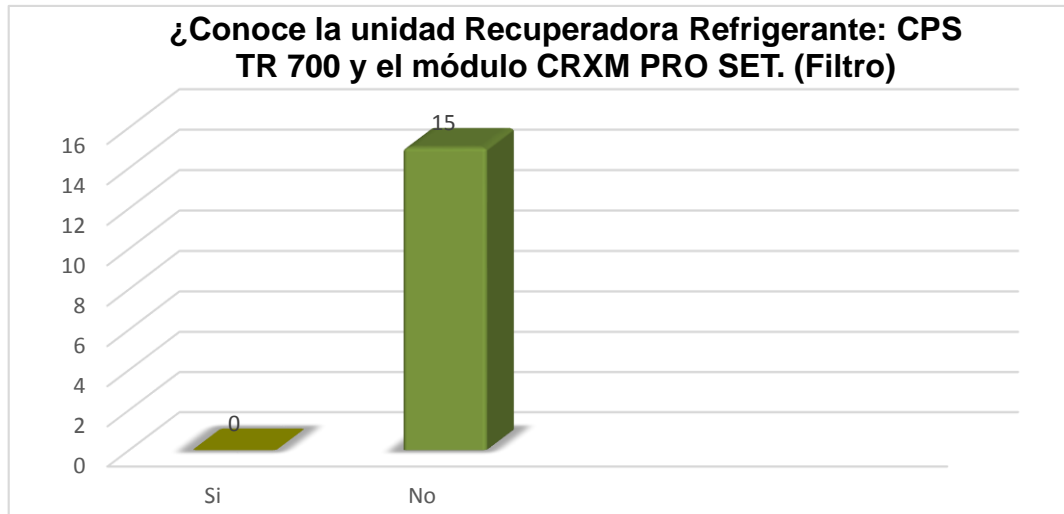
**Figura 30**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

- **Pregunta 8:** Ninguno de los encuestados conoce la unidad recuperadora y el modulo (Filtro), se debe que es un sistema nuevo en el mercado; su fabricación e importación es de los Estados Unidos, es un sistema que hasta ahora está empezando a ser reconocido por su facilidad y efectividad en la recuperación de gases.

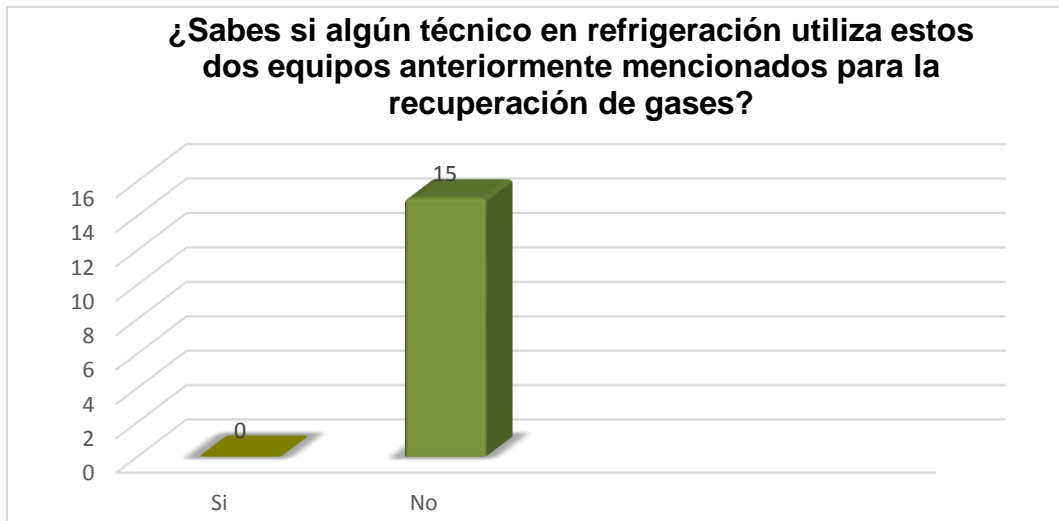
**Figura 31**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

- **Pregunta 9:** Las personas encuestadas no conocen alguna persona que utilice estos sistemas de recuperación, debido a la falta de información e interés en los técnicos en cambiar los sistemas convencionales o buscar un sistema más afectivo en la recuperación, otro motivo es que no son conscientes de las consecuencias que conllevan al emanar el gas al aire libre.

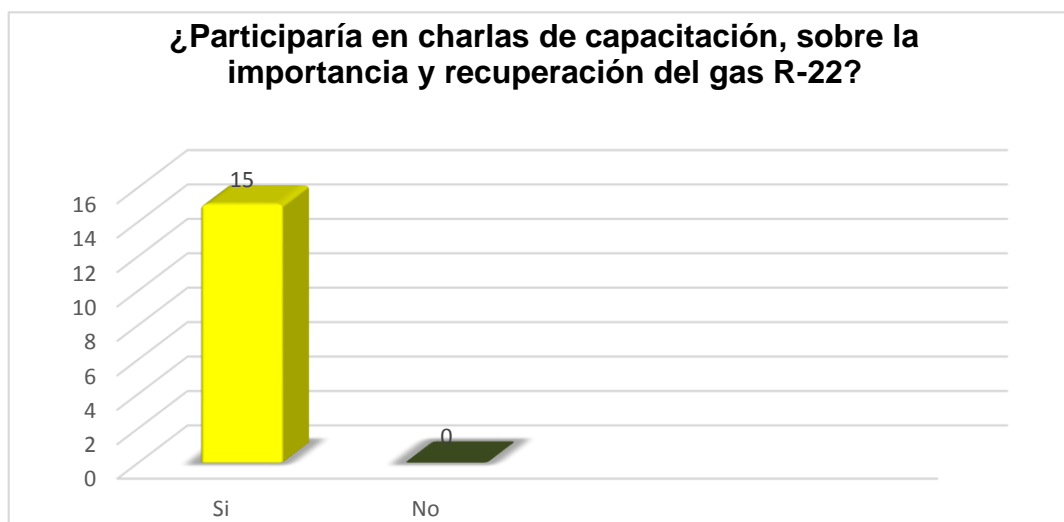
**Figura 32**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

- **Pregunta 10:** Todas las personas encuestadas si están interesadas en participar en charlas sobre la importancia y la recuperación del R-22, esto ayudaría a concientizar sobre la problemática actual que se presenta día a día, a la implementación de nuevas tecnologías para la recuperación, contribuyendo a minimización de los impactos negativos que se está causando en la capa de ozono.

**Figura 33**



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

### 9.2.2 Análisis de encuestas

Se evidencia el desconocimiento sobre el gas Refrigerante R-22 y el sistema utilizado, ningunas de las personas encuestadas conocía la máquina recuperadora refrigerante CPS TR 700 y el Módulo CRXRM PRO-SET (Filtro), esto se debe a la falta información, se concluye que los habitantes tienen conocimiento sobre la capa de ozono, lo que puede indicar que la educación en este tema ha tenido buenos resultados.

### 9.3 Capacitación a los habitantes Vereda Cacayal y empleados.

#### 9.3.1 Capacitación.

Figura 34: Capacitación



Autor: Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

### 9.3.2 Análisis de capacitaciones.

En base de los resultados obtenidos en la serie de preguntas, se procede a dar una charla sobre estas dos temáticas que es el gas R-22 y la máquina recuperadora de refrigerante, se observó el interés en aprender, en cuanto a los técnicos certificados el interés de adquirir el sistema para mejorar las buenas prácticas en los procesos de recuperación, almacenamiento y disposición final de dicho gas y se logra crear conciencia en las personas presentes en la conservación del medioambiente.

## 9.4 Almacenamiento, entrega y análisis

### 9.4.1 Almacenamiento y entrega.

Figura 35: Peso Inicial-Final



Autor: Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

**Peso inicial:** 12 kl. Contenía gas de recuperaciones anteriores

**Peso Final:** 17 kl.

Se concluye que la recuperación es de 5 kilos aproximadamente, su recuperación es del 98% de efectividad; ya que al momento de desconectar las mangueras del sistema se libera un 2% de dicho gas, lo que hace que sea un sistema muy recomendado y de alto rendimiento, favoreciendo a la conservación y cuidado de la capa de ozono; este cilindro debe ser almacenado en un lugar fresco, seco, ventilado y alejado de fuentes de calor, utilizar cilindros para recuperar gas con la certificación DOT, el cilindro no debe cargarse más allá del 80% de su capacidad y no se debe mezclar con otros gases refrigerantes, en caso de fuga de R-22 los vapores son más pesados que el aire y se depositarán a nivel del suelo.

Se realiza la entrega al centro de regeneración en la ciudad de Bogotá, Centro SENA de electricidad, electrónica y telecomunicación, Dirección: Álamos Cra: 89 a #64c-33. La función es prestar el servicio de recolección, almacenamiento y regeneración para el suministro de gas refrigerante reusable y certificado al mercado nacional, con el fin de evitar la liberación de estos gases ocasionando graves daños a la capa de ozono y contribuyendo a mitigar este problema ambiental

#### **9.4.2 Análisis de almacenamiento y entrega del gas R-22.**

El principal objetivo de la recuperación del gas refrigerante R-22 es impedir la emanación a la atmosfera con el fin de evitar las emisiones de este producto al ambiente, ya que al tener cloro reaccionan con las moléculas del ozono produciendo una consecuencia fotoquímica en cadena que terminan con la afectación de dicha capa.

Al momento de hacer la entrega del gas recolectado al centro de regeneración las empresas certificadas para estas tareas deberían tener algún tipo de incentivo por recolectar, almacenar y entregar dicho producto, así técnicos certificados en refrigeración, empresas prestadoras de servicios contribuirán en dar buenas prácticas, ya que en este caso es demasiado alto el costo por recibir el producto.

## 9.5 DOFA y análisis estratégico unidad recuperadora CPS TR 700 y el módulo CRXRM PRO-SET.



**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.



### 9.5.1 Análisis DOFA.

La matriz DOFA se realiza en comparación del equipo tradicional que es un sistema manual On-Off y la máquina recuperadora de refrigerante: CPS TR 700 y el módulo CRXRM PRO-SET (Filtro), se evidencia que el sistema utilizado en este proyecto presenta un mayor rendimiento y efectividad en la recuperación del gas refrigerante, menos consumo de energía y menor tiempo en recuperación, fácil utilización, el gas queda dentro de un cilindro que posteriormente es llevado a un centro de acopio o regeneración el cual se evita la emanación a la atmósfera, presenta grandes ventajas para el medio ambiente y la conservación en la capa de ozono.

Recomendación para los técnicos en refrigeración y personas certificadas para dicho trabajo no poner resistencia a los cambios tecnológicos y comprendan la necesidad del cambio por nuevas tecnologías que se encuentran disponibles.

## 9.6 Inversión del proyecto y Análisis

### 9.6.1 Inversión del proyecto

**Tabla 7:** Materiales y suministros (En miles de \$)

<b>MATERIALES</b>	<b>JUSTIFICACION</b>	<b>VALOR</b>
<b>ACCESORIOS</b>	Se requiere la compra de un tarro para el depósito del aceite, mangueras de conexión, rotulo de producto químico R-22 y la ficha técnica	\$ 42.500
<b>MATERIALES</b>	Se requiere de una libreta de apuntes, lapicero y elementos de protección personal (Gafas, guantes, tapa bocas, tapa oídos).	\$ 17.500
<b>EQUIPOS Y SOFTWARE</b>	Se utilizaron para la recuperación del gas R-22 y el trabajo final: Computador portátil, cámara fotográfica, Unidad Recuperadora de Refrigerante: CPS TR 700, módulo CRXM PRO SET. Marca CPS (Filtro), Tanque Recuperado de refrigerante CRX400T, manómetro de refrigeración y una balanza en gramos	\$ 6.460.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 6`520.000</b>

**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

**Tabla 8:** Servicios Técnicos (en miles de \$)

<b>TIPO DE SERVICIO</b>	<b>JUSTIFICACION</b>	<b>VALOR</b>
<b>MANO DE OBRA (Equipo Humano)</b>	Se requiere de un técnico certificado en refrigeración para la recuperación del Gas R-22.	\$ 150.000
<b>VIAJES Y SALIDAS AL CAMPO</b>	Durante la ejecución del proyecto se realiza 9 salidas para la recuperación del gas en el hotel casa verde en el Municipio de Castilla, entrega del producto final y el desplazamiento al Cèad Acacias (Asesoría).	\$ 205.500
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 355.500</b>

**Autor:** Luz Mery Castro Clavijo, 2017.

### 9.6.2 Análisis

El valor total del proyecto total es de \$6.875.500 los gastos fueron suministrados por el propietario del hotel y la estudiante que desarrolla el presente trabajo.

El costo del equipo utilizado es alto teniendo en cuenta que el sistema anterior del gas recuperado es almacenado dentro de la misma condensadora del equipo refrigerante pero su efectividad en la disposición final no aporta al planeta ya que en muchos casos se emana a la atmósfera, la máquina recuperadora y el módulo utilizado en este proyecto es de fácil utilización, su adquisición es compleja ya que en nuestro país Colombia no cuenta con cedes para la compra y venta, se requiere importación desde los Estados Unidos.

## 9.7 Manual de prácticas

### 9.7.1 Análisis

Se diseñó un manual de prácticas que contiene una recopilación de datos importantes sobre el gas R-22, la máquina y el módulo que se trabajó en este proyecto aplicado, se realizará la publicación on line con el fin de que cualquier persona que tenga acceso a internet y un computador adquiera la información e igual manera se llevará el manual en físico a los centros de recolección de dicho producto; a través del documento presente se dan instrucciones y recomendaciones con el fin de brindar información y conocimiento a técnicos certificados ya que es un instrumento útil para el desarrollo de las actividades en la prevención, protección, al cuidado en la salud y la seguridad en el

trabajo. El manual de prácticas se encuentra en los anexos página 69.

## 10 CONCLUSIONES

- Los empleados del hotel y habitantes presentes asimilaron de manera clara y efectiva la información suministrada sobre el manejo adecuado del gas refrigerante R-22 poniendo en conocimiento los cambios en el medio ambiente por esta práctica.
- Actualmente Colombia cuenta con 18 centros de acopio, 5 centros de regeneración, que funcionan dependiendo de los permisos ambientales requeridos para cada centro, por consiguiente el servicio está sujeto al licenciamiento ambiental.
- El manual de prácticas diseñado cumple con los requisitos para la utilización del equipo en la recuperación del gas refrigerante R-22.
- Colombia cuenta con una normatividad vigente en la regulación de los gases refrigerantes que ocasionan daños ambientales, en el comercio se están abriendo caminos a gran demanda de nuevos equipos con tecnologías ecológicas; con el fin de sustituir los antiguos que para su funcionamiento contienen gases nocivos como el R-22.
- El método utilizado en este proyecto en comparación al tradicional presenta grandes ventajas en cuanto utilización, efectividad y rendimiento.
- El método aplicado en este proyecto tiene una efectividad de recuperación del 98%, el excedente del 2% se libera a la atmósfera en el proceso de la desconexión de las mangueras al sistema.

## 11 RECOMENDACIONES

- Investigar el significado y las consecuencias que tiene el gas refrigerante R-22.
- Se recomienda a técnicos, personas capacitadas y certificadas la utilización de nuevas tecnologías ecológicas. (Sistemas Inverter).
- Eliminar la utilización de gases CFC en equipos frigoríficos y como propelentes para algunos productos en aerosol, buscar alternativas en gases sustitutos de tipo ecológico.
- Utilizar máquinas de reciclaje y recuperación de gases clorofluorocarbonos.
- Se recomienda utilizar el R-410<sup>a</sup> su ventaja es su elevada capacidad frigorífica que puede resultar un 50% superior al R-22.
- Sustituir el R-22 por gases como R-422a; R-417a; R-422d; R-407c solo para equipos nuevos.

## 12 GLOSARIO

- **Calentamiento global:** Es el aumento de temperatura en la atmosfera principal fuente de alteración del cambio climático.
- **CFC:** Es un grupo de compuestos químicos que contienen cloro, flúor y carbono denominados clorofluorocarbonos utilizados principalmente en sistemas de refrigeración.
- **Clorofluorocarbono:** Gases formados por compuestos químicos como el Cl, F y el C.
- **Efecto invernadero:** Fenómeno que se manifiesta por la concentración de gases en la atmosfera.
- **Extracción de refrigerantes:** Proceso por la cual se recupera el gas refrigerante extrayéndolo del sistema, con el fin de ser transportado, almacenado, reciclado y regenerado
- **Gas refrigerante R-22:** Es un gas incoloro que se utiliza en equipos de refrigeración y es altamente perjudicial para la capa de ozono.
- **HCFC:** Gases compuestos por hidrogeno, cloro, flúor y carbono.
- **HFC:** Gases compuestos por hidrogeno, flúor y carbono.
- **Lluvia ácida:** Contiene ácidos disueltos procedentes de motores de combustión y combustibles fósiles, estas precipitaciones son perjudiciales para los seres vivos y el ecosistema.
- **Ozono O<sub>3</sub>.** Gas que se forma en la atmosfera que tiene como función proteger las tierras de los rayos ultravioletas emitidos por el sol.
- **Recuperación de refrigerantes:** Proceso por el cual se recupera el gas refrigerante de los equipos de aires acondicionados o sistemas de refrigeración.

- **Refrigeración:** Es un proceso químico que tiene como objetivo bajar y mantener un nivel de temperatura para determinadas aplicaciones.
- **Regeneración de refrigerantes:** Proceso de laboratorio que consiste en la separación de elementos químicos que conforman los gases refrigerantes.
- **SAO`s:** Sustancias agotadoras de ozono

## BIBLIOGRAFÍA

- Castells, X.E. (2005). España. *Tratamiento y valorización energética de residuos*. Fundación Universitaria Iberoamericana. Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?id=KBTPxli6IRsC&pg=PA50&dq=Clorofluorocarbonos+\(CFC\)&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjJm-bgn4jTAhUEZCYKHTnEDCk4HhDoAQgdMAE#v=onepage&q=Clorofluorocarbonos%20\(CFC\)&f=false](https://books.google.com.co/books?id=KBTPxli6IRsC&pg=PA50&dq=Clorofluorocarbonos+(CFC)&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjJm-bgn4jTAhUEZCYKHTnEDCk4HhDoAQgdMAE#v=onepage&q=Clorofluorocarbonos%20(CFC)&f=false)
- Ciesla, W.M. (1996). Roma. *Cambio climático bosques y ordenación forestal: una visión de conjunto*. Pag. 19. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=DzoW7rZmY5QC&pg=PA16&dq=efecto+invernadero+efectos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjB6evf5fTAhUD5CYKHVtD4MQ6AEIHzAB#v=onepage&q=efecto%20invernadero%20efectos&f=false>
- Flores Murillo, Perèz Beltran, & Vargas Gonzales, (2014). Bucaramanga. *Proyecto de investigación: Banco didáctico, módulo de refrigeración y aire acondicionado*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/228719204/Anteproyecto-Modulo-de-Refrigeracion>
- Gemaire (s.f.) *Appion G5 Twin - Máquina de recuperación de refrigerante*. Recuperado de: <https://gemaire.com/appion-g5-twin-refrigerant-recovery-machine-g5twin#tab-description>
- Kramer. (2003). *Educación ambiental para el desarrollo sostenible*. Pag. 90. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=2zwm-A7buDIC&pg=PA87&dq=Destrucci%C3%B3n+de+la+capa+de+ozono+efectos&hl=es->



[419&sa=X&ved=0ahUKEwiYj4rrvJjTAhVNgiYKHRMiC2IQ6AEIGDAA#v=onepage&q=Destrucci%C3%B3n%20de%20la%20capa%20de%20ozono%20efectos&f=false](http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar38/HTML/articulo04N.htm)

Gómez Torres, R.E. (2000). Bogotá. La capa de ozono: *Causa y efectos de su destrucción*. Recuperado de:

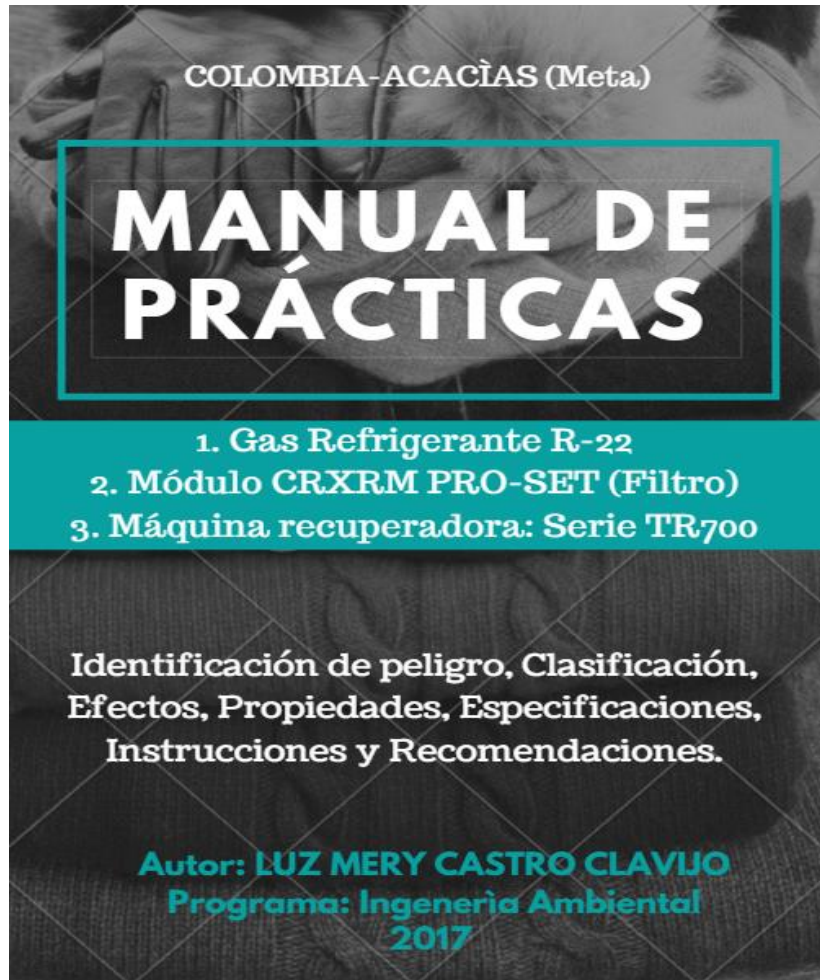
[http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/geociencias/revista\\_meteorologia\\_colombiana/numero01/01\\_06.pdf](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/geociencias/revista_meteorologia_colombiana/numero01/01_06.pdf)

Rosillo Corrales, F.J. (2011). *Sustitución del refrigerante R-22 por el propano (R-290) en un aire acondicionado de ventana*. Recuperado de:

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar38/HTML/articulo04N.htm>

## 13 ANEXOS

### 13.1 Manual de prácticas



### PROTOCOLO

El presente manual podrá encontrar una serie de conceptos y herramientas en la recuperación del gas R-22 y de los sistemas la recolección del dicho gas mencionado anteriormente. Este fue elaborado con aportes del manual del propietario.

### INTRODUCCIÓN

Este manual de prácticas tiene como objetivo presentar las medidas de precaución, peligro y advertencia, recomendaciones, funcionamiento, instrucciones de seguridad y operación, en la recuperación del gas R-22 y la utilización de la maquinas recuperadoras de refrigerante: SERIE TR700 & el equipo de reciclado PRO-SET CRXM, así mismo contiene definiciones ayudando a entender los conceptos básicos sobre las posibles enfermedades y consecuencias donde el técnico o la persona capacitada y certificada puede preservar la salud y evitar riesgos.

### DEFINICIONES ÚTILES

- a. **Accidente de trabajo:** Es un hecho o suceso imprevisto que se presenta daños a uno o más

empleados en el contexto de la realización de funciones autorizadas por un empleador.

- b. Enfermedad profesional:** Es una patología adquirida por razones implícitas en la realización en una determinada labor que puede ser realizada de forma independiente o por medio de un contrato laboral, estas patologías se pueden manifestar a corto o largo tiempo.

**GAS REFRIGERANTE R-22**



**IDENTIFICACION DE PELIGROS**

**Nombre del producto:** Gas Refrigerante R-22

**Ruta De Entrada:**

- a. **Contacto de Piel:** Si
- b. **Adsorción por la piel:** No
- c. **Contacto con los ojos:** Si
- d. **Inhalación:** Si
- e. **Ingestión:** No

**Efectos Sobre La Salud**

<b>Límites de exposición</b> No	<b>Irritante</b> Si	<b>Efectos Sinérgicos</b> Ninguno Reportado
<b>Peligro reproductivo</b> No	<b>Mutágeno</b> No	<b>Sensibilidad</b> No

- **Efecto en los ojos:** El contacto líquido causa congelamiento, enrojecimiento e inflamación en los párpados.
- **Efecto sobre la piel:** Puede causar congelamiento, manifestando hinchazón, palidez o enrojecimiento.

- **Efectos de ingestión:** No aplica
- **Efectos de inhalación:** En altas concentraciones se puede presentar riesgo de narcosis, alteraciones del ritmo cardíaco, riesgo de asfixia por falta de oxígeno.

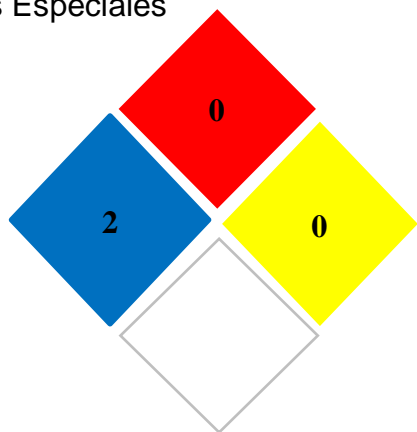
### CLASIFICACIÓN DE RIESGOS DEL PRODUCTO SEGÚN NCH 1411/4

**Azul:** Salud

**Rojo:** Inflamable

**Amarillo:** Reactividad

**Blanco:** Riesgos Especiales



#### Riesgo

**0** Insignificante

**1** Ligero-Suave

**2** Moderado-Medio

**3** Alto-Severo

#### 4 Muy Alto-Extremo

##### MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

- **OJOS:** Enjuagar con abundante agua durante 15 minutos, manteniendo los parpados abiertos, no frotar nunca los ojos y consultar a un oftalmólogo en caso de dolor persistente.
- **PIEL:** Lavar la zona afectada con abundante agua para la eliminación del producto, en casos graves como quemaduras acudir a un centro asistencial de salud.
- **INGESTIÓN:** No aplica.
- **INHALACION:** Asistencia médica obligatoria en casos de sobre-exposición, evacuar a la persona al aire libre.

##### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

FORMULA QUÍMICA		CHCIF <sub>2</sub>
NUMERO ASHRAE		R-22
Peso Molecular		86.47
Temperatura de ebullición	°C	-40.8
Temperatura de congelación	°C	-160
Temperatura crítica	°C	96.15
Presión crítica	Bar	49.88
Densidad crítica	Kg/l	0.513
Densidad del líquido (25°C)	Kg/l	1.19
Presión de vapor (25°C)	Bar	10.44
Conductividad térmica del líquido	W/m.K	0.0868

(25°C)		
Conductividad térmica del vapor (25°C, 1.013 bar)	W/m.K	0.0113
Solubilidad en agua (25°C, 1.013 bar)	%	0.30
Viscosidad del líquido (25°C)	mPas	0.178
Viscosidad del vapor (25°C)	mPas	0.0127
Límite de Inflamabilidad en el Aire	% vol.	Ninguno

### **COMPATIBILIDAD CON MATERIALES**

Es un compuesto químico estable, sin embargo se debe tener precaución y evitar la mezcla entre metales como el magnesio, zinc; entre otros. Este gas es compatible con los plásticos y elastómeros.

### **INSTRUCCIONES GENERALES DE SEGURIDAD** **DE MAQUINAS RECUPERADORAS DE** **REFRIGERANTE: SERIE TR700.**



Lea y sigue las instrucciones del manual de prácticas completo, preste atención a las actividades de peligro, advertencia y precaución donde se ha editado con el fin de dar a conocer para el uso exclusivo de operarios, técnicos o personal capacitado y certificados en la recolección, recuperación y disposición final del gas refrigerante R-22, a través de la Unidad Recuperadora de Refrigerante: CPS TR 700 y el Módulo CRXRM PRO-SET. Marca CPS (Filtro).

- **PELIGRO:** El refrigerante recuperado que se guarda en el recipiente se encuentra en estado líquido, por lo tanto se debe realizar el peso por medio de una balanza para no sobrepasar la capacidad de su peso y evitar una explosión violenta ocasionando lesiones e incluso la muerte al personal.
- **PELIGRO RIESGO DE CHOQUE ELECTRICO:** Desenergizar el sistema cuando se requiera realizar trabajos de mantenimiento.
- **ADVERTENCIA:** Evitar la utilización del equipo cerca de sustancias inflamables.
- **ADVERTENCIA:** Utilizar equipo de protección personal como guantes, gafas tapabocas al

desconectar alguna manguera, ya que puede contener refrigerante liquido causando congelación o heridas.

- **ADVERTENCIA:** Evitar la inhalación de vapores del refrigerante, ya que puede causar arritmia cardiaca, irritación en los ojos, piel y garganta.
- **ADVERTENCIA:** Revisar los dispositivos y el sistema funciones correctamente antes d la utilización.
- **ADVERTENCIA REDUCIR EL RIESGO DE INCENDIO:** Evite la utilización de un cable de extensión por posible sobrecalentamiento; en dado caso necesario se recomienda la utilización de 10 awg como mínimo.
- **PRECAUCIÓN:** Utilizar las mangueras y los accesorios adecuados, revisar su estado para evitar la posible fuga del gas refringente a la atmosfera.
- **PRECAUCIÓN:** Evitar llenar en exceso el clindro, se recomienda solo el 80% de su capacidad.
- **PRECAUCIÓN:** La máquina está diseñado para el uso de un solo refrigerante a la vez, seguidamente de la recuperación utiliza la función de limpieza automática.



## ESPECIFICACIONES

<b>No. de modelo</b>	TR700	
<b>Tensión (Hz)</b>	115 V (60 Hz)	
<b>Tamaño del motor</b>	2/3 HP	
<b>Motor térmicamente protegido</b>	Si	
<b>Tipo de compresor</b>	2 Cilindros, sin aceite	
<b>Protección contra sobrecarga</b>	15 Amp	
<b>Consumo de energía</b>	1000 Watts	
<b>Interruptor de sobrellenado del tanque</b>	No	
<b>Botón de reinicio por alta presión</b>	No	
<b>Manómetro de succión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escala exterior: -30 Hg a 500 psig.</li> <li>• Escala interior: -76 cm Hg a 35 kg/cm</li> </ul>	
<b>Manómetro de descarga</b>	<b>Escala exterior:</b> 0 a 1000 psig. <b>Escala interior:</b> 0 a 70 kg/cm	
<b>Apagado por alta tensión</b>	550 psig	450 psig
	38 kg/cm	31 bar
<b>Rango de temperatura de funcionamiento</b>	32 °F A 120° (0 °C A	

	49 °C)
<b>Longitud del cable de alimentación, tipo</b>	6' (1.82m) Removible
<b>Dimensiones (Ancho. Largo. Altura)</b>	<b>Pulgadas:</b> 9.75"x 21"x14.9" <b>Cm:</b> 24.7x 53.3x35.6
<b>Peso</b>	32 Lb (16 kg)
<b>Aprobaciones</b>	XUL, CE, CSA, TUV
<b>Garantía</b>	1 año

### Caudal verificado por UL a 60 Hz

(Reducir 15% para todos los modelos de 50 HZ).

<b>Refrigerante</b>	R-22
<b>Vapor directo</b>	0.59 lb/min (0.27 kg/min).
<b>Líquido directo</b>	8.86 lb/min (4.02 kg/min).
<b>Líquido Push-Pull (Contrafase)</b>	31.52 lb/min (14.3 kg/min).
<b>Velocidad del vapor a alta temperatura</b>	0.39 lb/min (17 kg/min).

Rendimiento evaluado de acuerdo con la sección 608 de la ley de aire limpio (29 de febrero del 1996).

## CONTROLES Y FUNCIONES

### a. Vista Frontal



1. Compuesta por 2 ventiladores de alto caudal y condensadora de alta potencia.
2. Los manómetros tiene un diámetro de 2-1/4" (44mm).
3. Testigos luminosos de alarma de alta y baja presión.
4. Interruptor ON/OFF (Encendido/Apagado).

## b. Vista trasera



1. Válvulas de apgado de succión y descarga.
2. Rango de trabajo manual o automático.
3. Botón de reinicio por alta presión.
4. Puerto de succión, con filtro reemplazable lavable.
5. Puerto de conexión del cable de alimentación.
6. Puerto de descarga.
7. Pies antideslizantes de goma
8. Guía de inicio de rápido
9. Estuche de polietileno de alta densidad.

## RECUPERACIÓN DIRECTA DE VAPOR O LÍQUIDO

### Recomendaciones para maximizar las velocidades de recuperación

- a. Usar la manguera de refrigeración de 3/8 diámetro interior de la longitud más corta en el lado de succión de la serie TR700.
- b. Si el refrigerante está limpio, retirar los filtros, cribas entre otros.
- c. Quitar los abusos de las válvulas tipo schrader y cualquier depresor de valvular de las mangueras y las válvulas de servicio.
- d. Utilizar un tanque de recuperación DOT vacío.
- e. En dado caso que se desactive por baja presión alta, cambiar el cilindro de recuperación.

1. Conectar la unidad
2. Abrir la válvula de vapor en el tanque de recuperación
3. Abrir la válvula de salida en la unidad (No abrir la válvula de entrada en el momento).
4. Colocar el interruptor automático-manual en manual.



5. Presionar el interruptor de la alimentación principal a ON
6. Cuando arranque la unidad, abrir la válvula de entrada en la unidad para que inicie el flujo del refrigerante.
7. Para el apagado automático, coloque el interruptor auto manual en auto.
8. Supervisar la cantidad de refrigerante en el tanque de recuperación.
9. En la posición auto, la unidad se apaga cuando la presión de succión cae a 10" y la luz LED LP se enciende.

#### **INSTRUCCIONES PARA REDUCIR LA CANTIDAD DE REFRIGERANTES RESIDUALES**

- a. Abrir las válvulas de entrada y salida (Seleccionar AUTO en el interruptor auto-manual).
- b. Desconectar las mangueras del servicio del equipo al cual se le está realizando el mantenimiento
- c. Nuevamente conectar las mangueras al puerto del vapor del tanque de recuperación.
- d. Colocar el interruptor en ON

- e. Abrir lentamente el puerto del vapor del tanque de recuperación de modo que el manómetro de entrada indica 60-70 psig, dejando funcionar por 30 segundos.
- f. Cerrar la válvula de entrada, la unidad se apagará automáticamente cuando se alcance vacío, la luz roja se encenderá.
- g. Cuando el procedimiento de recuperación está completo cerrar las válvulas y desconectar las mangueras.

#### **MANTENIMIENTO DEL FILTRO**

Contiene un filtro de 100mesh revisarlo periódicamente, cuando se destruye el filtro afecta en la velocidad de la unidad.

- a. Utilizar una llave de cubo externo cuadrado de 5/8 Para soltar el puerto de succión.



- b. Retirar el filtro
- c. Limpiar el filtro o reemplazarlo por uno nuevo en dado caso.
- d. Lubricar con aceite para compresor o uno equivalente.
- e. Colocar el filtro de regreso en el accesorio del puerto de succión.
- f. Ajustar el conjunto de vuelta de la unidad TR700.
- g. Utilizar una llave de cubo 5/8" para ajustar.
- h. Revisar las conexiones para ver si hay posibles fugas.

### **PRO-SET CRXM EQUIPO DE RECICLADO**



### **INSTRUCCIONES GENERALES DE SEGURIDAD**

- **PELIGRO:** Evitar respirar vapores o el humo del lubricante, en altos niveles puede causar arritmia al corazón, pérdida de conocimiento entre otros.
- **PELIGRO:** Riesgo de explosión
- **PRECAUCIÓN:** Las mangueras pueden contener líquido refrigerante, se recomienda la utilización de equipos de protección personal como guantes, tapabocas; entre otros.
- **PRECAUCIÓN:** Evitar respirar vapores o el humo del lubricante, al estar expuestos a estos químicos puede causar irritación en los ojos, nariz y garganta.

### **ESPECIFICACIONES Y FUNCIONES**

- a. Incluye un filtro deshidratador de 42 pulgadas de fácil acceso.
- b. Separador de aceite de alta eficiencia.
- c. Conexión tipo macho de ¼" SAE para conectar los monifolds y mangueras.
- d. Contiene 2 mangueras de interconexión.

- e. Válvula SELF-CLEARING. No se necesita apagar la unidad cuando se pasa de recuperación a self-clearing.
- f. Manifold incorporado en la unidad con válvula SELF-CLEARING para un fácil cambio a otros gases refrigerantes.
- g. Manómetros de succión y descarga para un fácil modo de operación.
- h. Conexión de salida de ¼ para drenar el aceite.
- i. Válvulas de succión y descarga de pistón, de fácil remplazo.
- j. Pesa 15 Lb.
- k. Chasis de aluminio cubierta protegido por la cubierta de polietileno de alta densidad.

### **INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN**

Este sistema solo está diseñado para la utilización con un solo gas en cada proceso, ya que la combinación de diferentes gases causara la contaminación en todo el gas recuperado.

1. Cerrar las válvulas de la unidad de recuperación; CRXRM y del tanque.

2. Asegurase que la manguera de drenaje de aceite debe retirarse de la conexión para drenar el aceite en la CRXCM.
3. Conectar la CRXCM a la unidad de recuperación. Abrir las válvulas tipo esfera que se en cuentan al final de las dos mangueras.
4. Conectar la manguera de succión y la descarga a la CRXCM y al tanque de recuperación para terminar el acople con el correcto flujo del refrigerante.
5. La válvula PUMP DOWN VALVE en la CRXCM y de recuperación debe estar en posición RECOVERY.
6. Abrir las válvulas de succión y descarga en la CRXCM. Abrir la válvula de descargar en la unidad de recuperación al mismo tiempo.  
**Nota:** No abrir la válvula de succión de la unidad de recuperación en este momento. Abrir la válvula de vapor del tanque de recuperación.
7. Oprimir el switch de arranque de la unidad de recuperación. Ya que la unidad de arranque, abra la válvula de succión de la unidad de recuperación.

8. Permitir que la unidad trabaje hasta que los manómetros de succión en las unidades de recuperación y CRXCM se vayan a vacío.
9. Una vez que se ha alcanzado el vacío, de vuelta a la válvula PUPM DOWN VALVE en la unidad de recuperación a la posición de SELF-CLEARING. Permitir que la unidad trabaje hasta que los manómetros de succión en las unidades de recuperación y CRXCM se vayan a vacío. (Tiempo 3 minutos).
10. Una vez que se ha alcanzado el vacío, de vuelta a la válvula PUPM DOWN VALVE en la CRXCM a la posición de SELF-CLEARING. Permitir que la unidad trabaje hasta que los manómetros de succión en las unidades de recuperación y reciclado se vayan a vacío. (Tiempo 15 minutos).
11. Una vez que se ha alcanzado el vacío, apagar la unidad de recuperación dando vuelta al switch POWER SWITCH a la posición OFF. Cerrar todas las válvulas en la unidad de recuperación y CRXCM y del tanque de recuperación.
12. Desconcertar las mangueras de descarga de la válvula de succión del tanque. Abrir la manguera

de descarga a la atmosfera para purgar la pequeña cantidad de refrigerante residual.

**Nota:** Cuidado, la manguera está a alta presión

13. Desconcertar las mangueras restantes. Recoger las mangueras CRXCM dentro de su comportamiento.
14. De vuelta la válvula PUMP DOWN VALVE en ambas unidades de recuperación y CRXCM a la posición de RECOVERY.
15. **Drenar el aceite recuperado:** Conectar la manguera negra de la unidad CRXCM a la válvula de vapor del tanque. Abrir la válvula de vapor lentamente hasta que el manómetro de alta presión de la CRXCM lea 20psig. Cerrar la válvula de vapor del tanque, desconectar la manguera negra de la válvula del vapor del tanque.
16. Conectar la manguera de drenaje de aceite a la conexión de drenaje en la unidad de reciclado. Esto presionara el gusanillo o válvula interna en este puerto, permitiendo que la presión empuje el aceite colectando.  
Colocar un recipiente para el aceite.  
El manómetro de alta presión en la unidad de

reciclado debe caer a 20 psig. a 0. Una vez hecho esto, remover la manguera de drenaje de aceite a la conexión.

17. El último paso del reciclado es la purga de los gases no condensables del gas refrigerante. Utilizando la tabla de presión temperatura de los fabricantes de refrigerante, cheque el tanque de recuperación por la presencia de aire. Cheque la temperatura actual que contenga aire. Si esto ocurriera, abra lentamente, a válvula de vapor del tanque para purgar el aire. Mantenga la válvula abierta hasta que la presión este en el rango de 10 psig. de la presión normal de acuerdo a la tabla de presión de temperatura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CPS Serie TR700 Maquinas Recuperadoras De Refrigerante. Recuperado el 07 de septiembre del 2017. Disponible en la URL: [http://www.ecr-nederland.nl/files/cps\\_gebruikershandleiding\\_cps\\_tr700\\_en.pdf](http://www.ecr-nederland.nl/files/cps_gebruikershandleiding_cps_tr700_en.pdf)
- CRXRM CPS Recycling Module for All Recovery Machines. Recuperado el 07 de septiembre del 2017. Disponible en la URL. [https://www.centurytool.net/CRXRM\\_CPS\\_Recycling\\_Module\\_All\\_Recovery\\_Machines\\_p/cpscaxrm.htm](https://www.centurytool.net/CRXRM_CPS_Recycling_Module_All_Recovery_Machines_p/cpscaxrm.htm)

